

**ZUR GESCHICHTE DER THERAPIE
VON SPINA BIFIDA UND HYDROCEPHALUS**

Elfriede Mrozik

München 1984

Aus der Kinderchirurgischen Klinik
(Direktor: Prof. Dr. med. W. Ch. Hecker)
im Dr. von Haunerschen Kinderspital der
Universität München

ZUR GESCHICHTE DER THERAPIE VON
SPINA BIFIDA UND HYDROCEPHALUS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Elfriede Mrozik
aus München

1984

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Ch. Hecker

Mitberichterstatter:

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.1984

Für die freundliche Überlassung des Themas
sowie die tatkräftige Unterstützung bei der
Lösung vieler Probleme bedanke ich mich sehr
herzlich bei Herrn Prof. Dr. med. W. Ch. Hecker.

Herrn Dr. med. Th. Angerpointner danke ich
für seine wertvollen Ratschläge und Anregungen.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I.	HISTORISCHE BETRACHTUNGEN ZUR SPINA BIFIDA	1
I.1.	Erste Beschreibungen, Anatomie und Pathologie	1
I.2.	Morphogenese	3 .
I.3.	Behandlung	4
I.4.	Zusammenfassung	11
I.5.	Literatur und Abbildungen	12
II.	HISTORISCHE ASPEKTE DES HYDROCEPHALUS	25
II.1.	Anatomie	25
II.2.	Physiologie	29
II.2.1.	Liquorcirculation	29
II.2.2.	Liquorproduktion	29
II.2.3.	Liquorresorption	30
II.3.	Pathogenese	30
II.4.	Therapie	31
II.4.1.	Konservative Behandlung	31
II.4.2.	Chirurgische Therapie	34
II.4.2.1.	Liquorpunktion	34
II.4.2.2.	Offene Ventrikeldrainage	36
II.4.3.	Geschlossene Ventrikeldrainage - Ableitungen	36
II.4.3.1.	Ableitung in die Subcutis	36
II.4.3.2.	Ableitung in den Subduralraum	37
II.4.3.3.	Vasculäre Shunts	37
II.4.3.4.	Ableitung in den Ductus thoracicus	38
II.4.3.5.	Ableitung in das Abdomen	39

II.4.3.5.1.	Peritoneum	39
II.4.3.5.2.	Bursa omentalis	41
II.4.3.5.3.	Magen	41
II.4.3.5.4.	Gallenblase	42
II.4.3.5.5.	Ileum	42
II.4.3.5.6.	Ureter	42
II.4.3.5.7.	Eileiter	43
II.4.3.6.	Ableitung in den Epiduralraum	43
II.4.3.7.	Ableitung in das Knochenmark	44
II.4.3.8.	Thorakale Shunts	44
II.4.3.8.1.	Ableitung in die Pleurahöhle	44
II.4.3.8.2.	Ableitung in den rechten Vorhof	45
II.4.4.	Balken- und Genickstich	46
II.4.5.	Ventriculostomie	46
II.4.6.	Ventriculo-Cisternostomie	47
II.4.7.	Operationen am Plexus chorioideus	48
II.4.8.	Kanalisierung des Aquaeduktes	49
II.4.9.	Weitere Operationsmethoden	50
II.4.10.	Moderne experimentelle Methoden	50
II.4.10.1.	Ventriculo-subarachnoidale Ableitungen	50
II.4.10.2.	Omentum-Transplantation	50
II.5.	Zusammenfassung	51
II.6.	Literatur und Abbildungen	52

I. HISTORISCHE BETRACHTUNGEN ZUR SPINA BIFIDA

I.1. ERSTE BESCHREIBUNGEN, ANATOMIE UND PATHOLOGIE

Die Spina bifida ist keineswegs ein neues, zivilisationsbedingtes Krankheitsbild, obwohl nach neueren Erkenntnissen Umwelteinflüsse an der Ätiologie dieser Fehlbildung beteiligt sein dürften.

Schon an prähistorischen, etwa 12.000 Jahre alten Skeletten, die in Nordost-Marokko gefunden worden waren, konnten die knöchernen Läsionen der Spina bifida nachgewiesen werden (20).

In der Kunst der Antike finden wir indirekt eine Erstbeschreibung dieser Fehlbildung. Es sind Öllampen und Wasserkannen erhalten, die die bruchsackartige Ausstülpung des Rückenmarks als kindliches Leiden dokumentieren. Beispielsweise diente ein Tongefäß aus der Inkazeit als Anschauungsmaterial für die Ausbildung von Medizinern (102). Auch den griechischen, römischen und arabischen Ärzten der Antike war dieses Krankheitsbild bekannt. Sie glaubten, daß der knöcherne Defekt durch einen Tumor verursacht wäre (18).

Die ersten systematischen Beschreibungen der Spina bifida stammen jedoch aus wesentlich jüngerer Zeit. So fertigte GASPART BAUHIN (1560-1624; 2, 35) die erste genaue anatomische Beschreibung der Spina bifida an. Er bestritt, daß der cystische lumbale Tumor mit der Harnblase in Beziehung stünde oder daß der Knochen verfault sei - beides gängige Theorien zur Spina bifida damals. Der Begriff "Spina bifida" wurde 1641 von NICOLAAS TULPIUS (1594-1674) aus Amsterdam geprägt (35, 70, 93, 104), dessen medizinischer Illustrator REMBRANDT war (Abb. 1). TULPIUS zeigte auch anhand von sechs Schnittpräparaten, daß der vorgewölbte, cystische Tumor Nervengewebe enthalten könne: "Nervorum propagines tam varie per tumorem dispersas..." (93). Außerdem führte er auch die erste bekannt gewordene erfolgreiche Operation durch (70).

Im Jahre 1691 veröffentlichte RUYSCH zehn Fälle von Spina bifida.

Er war der erste, der klar zwischen paralytischen und nicht-paralytischen Formen unterschied, beispielsweise zwischen Myelomeningocele und Meningocele (76). Er stellte fest: "A tumor frequently arises in the loins of a fetus, while it is yet an inhabitant of the uterus... If we rightly examine this tumor, it will appear as plain as the noon sun to be a dropsy, in part of the spinal medulla and is almost the same disorder, allowing for the difference of situation with that which in the head of the fetus is commonly called an hydrocephalus. Whereas, it is surprising that I should often find the spinal medulla well conditioned below the tumor; whence some children retain the motion of their lower limbs, whereas I have found others with their lower limbs paralytic for want of the spinal medulla. With respect to the cure of this disorder, little or nothing can be done towards it" (77, 106).

In seinem berühmten Werk "De sedibus et causis morborum" liefert der Begründer der modernen Pathologie GIOVANNI BAPTISTA MORGAGNI (1682-1771) im 12. Brief mit dem bezeichnenden Titel: "Sermo est de hydrocephalo et de aqueis spinae tumoribus" eine ausführliche Beschreibung der Spina bifida. Er leitet alle Spalten vom Hydro-myelus ab. Letzterer sei aufgrund des konstanten Druckes gegen die Dornfortsätze und Wirbelbögen für die Bildung einer Spina bifida verantwortlich. Er berichtet auch über die allgemeinen Zusammenhänge zwischen Spina bifida und Fußdeformitäten sowie Hydrocephalus und erkannte, daß dieses Krankheitsbild mit und ohne Hydrocephalus vorkommen kann (56).

Die unübertroffenen klassischen Beschreibungen der pathologischen Anatomie des 19. Jahrhunderts unterscheiden die verschiedenen Formen der Spina bifida. VIRCHOW definierte 1875 als erster das Syndrom der Spina bifida occulta und führte diesen Begriff ein (105).

Professor CLELAND aus Glasgow veröffentlichte 1883 seine Studien und beschrieb im Detail die Struktur einer Myelomeningocele sowie die häufigen begleitenden Gehirnfehlbildungen und Skelettanomalien (1). VON RECKLINGHAUSEN aus Strassburg veröffentlichte 1886 seine pathologisch-anatomischen Studien, basierend auf der Sektion von 32 Fäl-

len und erstellte eine Beschreibung und Klassifizierung von Fehlbildungen, welche, wie er glaubte, durch einen primären Fehler bei den Wirbeln und Meningen bedingt waren (68). Beispielsweise klassifizierte er eine Fehlbildung als Meningomyelocele oder Encephalocele, wenn Nervenäste, Rückenmark oder Gehirngewebe im Celensack vorhanden waren. Die ernsteste dieser Erkrankungen bezeichnete er als Myelocele und die einfachste Art der Spina bifida als Spina bifida occulta.

I.2. MORPHOGENESE

Diese pathologisch-anatomischen Studien förderten die Spekulationen über die Morphogenese der Spina bifida. So entwickelte CRUVEILHIER 1832 die Theorie, daß eine Fehlentwicklung für die Spina bifida verantwortlich sei (16). MORGAGNI hatte postuliert, daß der primäre Defekt ein Verschuß des Zentralkanals sei, der zu "Hydrops" und Ruptur des Rückenmarks sowie zum Hydrocephalus führe (56). Auch BECLARD schloß sich 1816 dieser Theorie des "fetal dropsy" an, schrieb diesen jedoch der Drehung der Nabelschnur und exzessiver Flüssigkeitsmenge bei der Entwicklung des Zentralnervensystems zu (5).

Mehr mechanische Gesichtspunkte zur Ursache der Spina bifida wurden von DARESTE 1877 vorgebracht (17), der den spinalen Defekt einer Verwachsung des Amnions mit dem Rücken des Embryos bzw. der Neuralplatte zuschrieb. LEBEDEFF schuldigte 1881 die mechanischen Auswirkungen abnormer Krümmungen und Spannungsverhältnisse des Neuralrohres als Ursache an (22, 41, 52). Sowohl CLELAND (14) als auch VON RECKLINGHAUSEN (68) griffen die ältere Theorie des "Hydrops" wieder auf und waren überzeugt, daß das Fehlen des Neuralrohrschlusses auf eine Störung des Längenwachstums des Embryos zurückzuführen sei. Als grundlegenden Fehler betrachtete CLELAND das überschießende Wachstum des Neuroektoderms, während VON RECKLINGHAUSEN den Stillstand des notochordalen Wachstums anschuldigte. Nach grundlegenden Untersuchungen schuf FUCHS 1909 den Begriff der Myelodysplasie (26).

GARDNER (1961) lehnte die Grundvorstellung einer primären Hemmung des Neuralrohr-Schlusses ab und postulierte, daß durch eine Permeabilitäts-Störung sowie eine zusätzliche Atresie der Ausgänge des vierten Ventrikels ein Liquorüberdruck zustande komme, der im Kopfbereich zu Hydrocephalus und ARNOLD-CHIARI'scher Fehlbildung, im Rückenmarksbereich zur Erweiterung des Zentralkanals im Sinne einer Hydromyelia und schließlich zur Spaltbildung durch Berstung führe (27, 28, 29).

Den sicheren embryologischen Nachweis der primären Verschluß-Störung erbrachten schließlich LEMIRE, SHEPARD und ELLSWORTH an einem menschlichen Keimling von 5 mm Länge mit Spina bifida lumbosacralis (31).

I.3. BEHANDLUNG

Die Behandlung der Spina bifida wurde von den frühen Autoren abgelehnt, da sie zumeist katastrophal endete. So beschränkte sich damals das Interesse auf die Spina bifida als ein faszinierendes Experiment der Natur.

Einige recht seltene Fälle von Spontanheilung wurden beobachtet (42). Wegen fehlender oder unzureichender Asepsis wurden einige wenig aggressive, unblutige Behandlungsmethoden versucht. So beschreibt COOPER eine Therapie der cystischen Spina bifida mit einem Kompressionsverband (101). Auch wurde eine Behandlung mit einer sehr weichen Pelotte vorgeschlagen (30), die entweder aus einem Gazebausch hergestellt wurde, welcher mit einem breiten, den Körperumfang umgreifenden Pflasterstreifen befestigt wurde, oder aus einer gut gepolsterten Metallplatte bestand, die mittels einer gürtelartigen Bandage befestigt wurde.

Ein fast rein palliatives Verfahren war die Punktion der Spina bifida, um die drohende Gefahr der Ruptur des Celensackes durch Verminderung des Innendruckes abzuwenden oder hinauszuzögern. TULPIUS (104, 70) und RUYSCH (76, 77) erkannten, daß die Punktion

des Celensackes mittels eines Aspirators gefährlich war und gewöhnlich den Tod des Patienten nach sich zog. Wegen der Gefahr der Meningitis wurde die wiederholte Punktion von ROEMER abgelehnt (74).

BELL beschrieb 1787 die Methode der unblutigen Abschnürung mit einer Schlinge oder elastischen Ligatur um die Basis des Celensackes (6). TROWBRIDGE, POLAILLON und RIZZOLI verwandten ebenfalls dieses Verfahren, bei dem nach der Abschnürung der Celensack entweder sofort amputiert oder der allmählichen Abstoßung überlassen wurde (30). Dieser Methode hielt man vor, daß sie gänzlich unsicher sei und nervöse Elemente rücksichtslos mitzerstöre. Die Erfolge waren sehr zweifelhaft. Beispielsweise beschrieb WARNER 1784 ein zwei Jahre altes Kind mit occipitaler Meningocele. Der Tumor war flüssigkeitsgefüllt. WARNER riet von einer Behandlung ab, jedoch ligierte ein anderer Chirurg die Cele an der Basis, nachdem er diese eröffnet hatte, um den Liquor abzulassen, und das Kind verstarb (108).

ROEMER empfahl jedoch 1896 eine graduelle Abschnürung, so daß die inneren Wände der Cele sich aneinander annähern konnten, sich berührten und schließlich vereinigten. Danach sollten der verschlossene Celensack excidiert und die Ränder mit Klebepflaster aneinandergeklebt werden. Nur wenn wiederholte Punktionen erfolglos blieben, sollte der Celensack nach Ansicht von CHELIUS (1847) entfernt werden (13).

In seiner Habilitationsschrift befürwortete NEWBIGGING 1834 ein aggressiveres Vorgehen durch Punktion oder Ligatur des Celensackes. Obwohl er von "happy results" sprach, endete dieses Vorgehen meistens ebenso fatal, seiner Meinung nach aufgrund der schlechten Pflege (59).

Wegen der schlechten Ergebnisse, die Punktion und unblutige Abschnürung erbrachten, machte man den Versuch, die Punktion mit einer Injektion von Jod zu kombinieren, welche eine adhäsive Entzündung herbeiführen und dadurch Heilung bewirken sollte. In dieser Weise haben BRAINARD, TOURNESCO, VON RANKE und andere den Hydro-

cephalus mit Jod behandelt, ohne angeblich schädliche Wirkungen des Jods beobachtet zu haben (30).

Auch einige der frühen Autoren betrachteten die Spina bifida als Analogon zum Hydrocephalus und behandelten sie entsprechend. BRAINARD hat eine Reihe von Spina-bifida-Fällen durch Jodbehandlung gebessert oder geheilt. Auch VON LANGENBECK, VON ESMARCH sowie HENNEMANN (1900; 33,34) und viele andere haben gute Erfolge mit dieser Methode erzielt (30). Etwas weniger reizend als die Tinctura Jodi soll die Jodglycerinlösung gewirkt haben, mit welcher MORTON (1872) in einer großen Zahl von Fällen Besserung erzielte (57). Obwohl die neurologischen Ausfälle bei einigen Patienten zunahmen, verminderte sich doch die Letalitätsrate. Deshalb befürwortete die LONDON CLINICAL SOCIETY diese Behandlungsmethode (69). Auch mit Alkohol, Jodalkohol, Jodkalium-Lösungen und Ergotin-Einspritzungen sind ähnliche Versuche gemacht worden, deren Ergebnisse jedoch nicht für eine Wiederholung (dieser Versuche) sprachen.

Da die Resultate der Injektionsbehandlung zwar ermutigend, jedoch vor allem aufgrund der nachfolgenden Probleme wie Hydrocephalus, Infektion und Paraplegie noch viel zu wünschen übrig ließen, verließ man diese Methoden zugunsten einer chirurgischen Intervention. Ende des 19. Jahrhunderts war allgemein bekannt, daß das Nervengewebe in den Celensäcken erhalten und in den Spinalkanal zurückverlagert werden sollte. Deshalb beschäftigten sich die Operationsmethoden mit der Versorgung des Celensackes und der Deckung des knöchernen Defektes des Wirbelkanals.

So empfahl BAYER 1892 die Verwendung von Fascien-Muskellappen, die von der Seite her halbmondförmig medianwärts wie Türflügel herübergeklappt werden, so daß die dorsale Fascienfläche des Muskels nun ventralwärts zu liegen kommt und über dem Cystenstumpf vernäht werden kann (3, 4). Eine freie Fascien-Hauttransplantation gab KIRSCHNER an, indem er das Fascienstück aus der Fascia lata herausschnitt (101). Weitere Operationsmethoden, die wie die von BAYER auch noch heute verwendet werden, wurden 1899 von VON BERGMANN (7), 1911 von

BRODMANN (10) und 1918 von FRAZIER (23) entwickelt.

Zu dieser Zeit wurde auch ein knöcherner Verschuß des Wirbelsäulendefektes versucht. DOLLINGER frakturierte die Rudimente der Wirbelbögen und vereinigte die freien Enden durch Nähte (101). ZENENKO (1895) bildete aus den Bogenrudimenten gestielte Periostlappen (116).

BOBROFF sowie CRAIG und PARIN (1913 u. 1929) benutzten zur auto-osteoplastischen Rekonstruktion des Wirbelkanals Lamellen vom vorderen und hinteren Beckenkamm bzw. Kreuz- und Steißbein als Material zur Knochentransplantation. Bei hohem Sitz der Cele wurde die Verwendung von Rippen oder Schulterblatt zur Knochentnahme empfohlen (15, 63, 101). LAMPERT (1925) beschrieb die freie Knochentransplantation aus der Tibia (44). Ebenso transplantierte ALBEE (1914) lange Späne aus der Tibia und versuchte, damit die Wirbelsäule zu stabilisieren (1; Abb. 2).

Auch eine homologe Knochentransplantation wurde von TROUT (1915) angegeben. Nach der Operation einer lumbosacralen Myelomenocele sei einem 8 Monate alten Mädchen ein Tibiaspan des Vaters zur Schließung des knöchernen Defektes mit gutem Erfolg transplantiert worden (103).

Bei sehr kleinen Kindern oder als provisorische Methode wurde eine Heteroplastik mittels einer Zelluloidplatte von SLAJMER (1900) empfohlen (91). ROBSON, HAYES und andere verwendeten sogar Knochen oder Periostlappen von Kaninchen zur Schließung des knöchernen Defektes (101). Gelegentlich wird noch alloplastisches Material, z.B. Tantalnetz (NOSIK 1951, SCOVILLE 1966), benutzt (60, 79). EASTMAN (1920; 19), SCHWIDDE (1952; 78) und FORNI (1951; 21) stellten jedoch fest, daß eine Deckung mit festem Material entbehrlich sei.

Mit der Entwicklung der Neurochirurgie wurde die Behandlung der Spina bifida standardisiert (Abb. 3). FRAZIER's Stellungnahme spiegelt die Meinung der Zeit von 1920 bis 1935 wider (23). Kontraindikationen zur Operation waren Hydrocephalus, irreparable

Deformitäten, Sphincterlähmungen, vollständige Paraplegie oder ulceröse Prozesse im Bereich der Cele. Mehrere Methoden zum Verschuß der Cele wurden von FRAZIER angegeben, deren Anwendung von Größe und Lage des Defektes abhing. Der Celensack soll unter sorgfältiger Schonung der in der Wand verlaufenden Nerven und Rückenmarksanteilen abgetragen werden. Nerven und Rückenmarksanteile sollen dann in den Spinalkanal versenkt werden. Danach wird eine Muskellappen-Plastik mit nachfolgendem Hautverschluß durchgeführt. In einigen Fällen frakturierte FRAZIER auch die Bögen des 4. und 5. Lendenwirbels und vereinigte diese in der Medianlinie (23).

Auch MUSTARDÉ (1966) hat eine Frakturierung der gespaltenen Wirbelbogenanteile vorgeschlagen, die beiderseits nach innen umgeschlagen werden (58). Der Nachteil dieser Methode ist, daß die nach lateral ausladenden Wirbelbogenwurzeln wegen der Verbreiterung des Wirbelbogendefektes den Hautverschluß erschweren.

In den nächsten 20 Jahren wurden diese Operationstechniken nur wenig abgeändert. Da PENFIELD und CONE (1932) glaubten, daß der Celensack die absorbierende Oberfläche für den Liquor sei, präparierten sie die Wand des Celensackes frei, falteten sie und versenkten den Celensack in den Spinalkanal (66). Fascie wurde dann dachziegelartig über den Knochendefekt gelegt. ROSENTHAL (1963) beschränkte sich auf eine Entfesselung des Markes unter Zurückklaspung der cystischen Liquorsäcke (75), aufgrund der alten Auffassung von WUSTMANN (1939), daß die Cysten zur Liquorresorption notwendig seien (109, 110).

Dagegen konnten weder GROSS und SACHS (1934; 32) noch BUCY (1939; 11) einen Hinweis dafür finden, daß der Celensack eine Rolle bei der Liquorabsorption spiele. Sie hielten es auch wegen der Wurzelkompression und der Adhäsionen nicht für ratsam, den Celensack in den Spinalkanal zu versenken.

LASSMANN und JAMES wiesen 1964 auf die Wichtigkeit der Befreiung des Markes und der Wurzeln von Verwachsungen hin (46). Sie verlagerten das freipräparierte Markrudiment mit den ein- bzw. aus-

tretenden Nervenwurzeln in den Wirbelkanal zurück (47).

Durch die lokale Kyphose können Rückenmarksrudiment und Nervenwurzeln stark gespannt sein. Deshalb empfahl SHARRARD (1966) in diesen Fällen die Resektion eines oder mehrerer Wirbel aus dem Scheitel der Kyphose (80, 82, 83, 84).

In der modernen Literatur wird der knöcherne Verschuß des Wirbelkanals völlig verlassen, da im allgemeinen eine sorgfältige Weichteildeckung genügt. Falls jedoch diese mit dem Material der benachbarten Fascie bzw. Rückenmuskulatur nicht gelingt, so kann auch eine freie Fascientransplantation (KIRSCHNER; 101) oder Deckung mit lyophilisierter Dura (CARSTENSEN 1961; 12) oder Siliconfolie (RICKHAM 1960; 71) erfolgen.

Am gebräuchlichsten ist immer noch die von BAYER bereits 1899 angegebene gestielte Muskelfascienplastik (3). PAYR (1918) hat zusätzlich noch eine Deckung mit Periost empfohlen (64). Die Muskel-Fascienlappen sollten nach PELS-LEUSDEN (1918) in der Medianlinie doppelt übereinander gelegt werden können (65). Auch MLETZKO (1960) hat auf die Vorteile dieser Fasciendoppelung hingewiesen (55). Die abschließende Hautnaht soll spannungsfrei sein. Ist dies trotz ausgiebiger Mobilisation der umgebenden Rückenhaut nicht zu erreichen, kommen plastische Lappenverschiebungen in Frage, oder auch - wie ZACHARY empfiehlt (1965) - eine freie Übertragung eines Spalthautlappens vom Gesäß (112/114; Abb. 4).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts entwickelte sich eine Art von therapeutischem Nihilismus, da sich deutlich gezeigt hatte, daß die Behandlung der schwereren Formen der Spina bifida ohne Möglichkeit der Kontrolle des Hydrocephalus meistens eine verlorene Sache war. Dies belegte SIR JOHN FRASER mit seinen Erfahrungen an 191 Kindern mit Spina bifida, die von 1898 bis 1923 am ROYAL HOSPITAL FOR SICK CHILDREN in Edinburgh behandelt worden waren (22). Nur 30 der Kinder hatten überlebt, waren aber geistig und körperlich meist schwer behindert. Es folgte eine Reihe von Beobachtungen an Kindern mit unbehandelter Spina bifida. LAURENCE (1964, 1966 und 1971) berich-

tete von 381 Fällen mit unbehandelter Myelomeningocele, die in dieser Zeit in Süd-Wales geboren worden waren (48, 49, 51). Es wurde geschätzt, daß ohne chirurgische Behandlung nur ein Patient von sieben das Schulalter erreichen könne, und daß nur einer von siebzig eine normale Schule besuchen könne (45).

Verbessert wurden die Behandlungserfolge mit Einführung der Chemotherapeutika und Antibiotika, da hiermit die Gefahr der Infektion vermindert wurde (39). Mit der alleinigen Penicillingabe ohne chirurgische Intervention vernarbten einige Myelomeningocelen (107). Die Antibiotika bewirkten einerseits, daß schwerstbehinderte Kinder überlebten, ermöglichten jedoch andererseits, daß wesentlich mehr Patienten mit Spina bifida der chirurgischen Behandlung zugeführt werden konnten (40).

Gegen Ende der 50'er Jahre begann mit der Einführung der liquorableitenden Systeme durch SPITZ und HOLTZ und PUDENZ und HEYER eine neue Ära in der Behandlung der Spina bifida (61, 62, 67, 100; Abb. 5). Zum erstenmal spielte der Hydrocephalus nicht mehr die limitierende Rolle in deren Behandlung. Die Letalität konnte von 70-80 % (BRADFORD 1891; 9) erheblich auf durchschnittlich ca. 30 % gesenkt werden (SMITH 1965; 92). Die Patienten verstarben meist an den Folgen des Geburtstraumas, einer ascendierenden Meningitis, weiterer angeborener Fehlbildungen, des Hydrocephalus oder der chronischen Pyelonephritis.

Unter den überlebenden Patienten befinden sich zahlreiche schwerstgeschädigte Kinder, deren Rehabilitation teilweise sehr schwierig oder gar unmöglich ist. Deshalb entbrannte eine heftige Diskussion zur Frage der Selektion (HOLSCHNEIDER 1976; 38; 24, 25, 50, 73, 86, 87, 88, 89, 90, 96, 99, 113, 115). LORBER (53) stellte 1971 erstmals Kriterien auf, die eine frühestmögliche Prognose über das künftige Schicksal von Kindern mit Spina bifida zulassen. Die Frage der Selektion wird weiterhin kontrovers diskutiert.

In den letzten Jahren konnten durch die Einführung des Operationsmikroskops und der Mikrochirurgie die chirurgischen Ergebnisse weiter verbessert werden (KOOS 1976; 43. YASARGIL 1969; 111). Außerdem lassen

die bessere pränatale Diagnostik und die Fortschritte auf dem Gebiet der Fetalchirurgie bei Kindern mit Spina bifida auf eine weitere Verbesserung der Prognose hoffen.

I.4. ZUSAMMENFASSUNG

Die knöchernen Läsionen der Spina bifida konnten schon an prähistorischen Skelettfunden nachgewiesen werden. Die systematische Erforschung von Anatomie und Pathologie erfolgte jedoch erst im 19. Jahrhundert. Zur selben Zeit begann eine intensive Suche nach Behandlungsmöglichkeiten, der jedoch zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine Art von therapeutischem Nihilismus folgte, da vor allem das Problem des Hydrocephalus nicht gelöst war. Erst mit Einführung der liquorableitenden Systeme Ende der 50-er Jahre wurde eine neue Ära in der Behandlung der Spina bifida durch Kontrolle des Hydrocephalus eingeleitet. Die Frage der Selektion wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Mikrochirurgie und Verbesserung der pränatalen Diagnostik und der Fetalchirurgie lassen eine Verbesserung der Prognose bei Spina bifida erwarten.

I.5.

LITERATUR

- 1) ALBEE, F.H.: Original surgical uses of the bone graft.
Surg Gynec Obstet 18:699 (1914)
- 2) BAUHN, G.: zitiert nach HESSE, F.A. (1918)
- 3) BAYER, C.: Zur Technik der Operation der Spina bifida und Encephalocele. Prag Med Wschr 17:317, 323, 345 (1892)
- 4) BAYER, C.: Zur Chirurgie der Rückenmarksbrüche.
Prag Med Wschr 20 (1889), ref. in Zentralbl Chir, S. 566 (1889)
- 5) BECLARD (1816): zitiert nach FRASER, J. (1929)
- 6) BELL, B.: A system of surgery.
C. Elliott, Edinburgh, G.G.J. & J. Robinson, London (1787)
- 7) v. BERGMANN, E.: Spina bifida:
Int Clin Philadelphia, Serie 9, 2:160 (1899)
- 8) BERTINO, St.: Sulla terapia chirurgica in neonati del meningocele associato a spina bifida.
Quad Clin Ostetr Ginec 7:495 (1952)
- 9) BRADFORD, A.: Boston, Med and Surg 7 (1891)
zitiert von HOLSCHNEIDER, A.M. (1976)
- 10) BRODMANN, W.: Ein Beitrag zur Behandlung der Spina bifida.
Beitr Klin Chir 76:297 (1911)
- 11) BUCY, P. C.: Spina bifida and associated malformations.
Brennemann's Practice of Pediatrics, Prior & Co, Vol. 4, 1-31.
Hagerstown (1939)
- 12) CARSTENSEN, G., JENSEN, H.-P.: Erfahrungen mit der Herstellung und Anwendung von Gewebekonserven durch Einbettung in Kunststoffe.
in: Gewebekonserven - Herstellung und Anwendung, 81-89.
VEB-Verlag Volk und Gesundheit, Berlin (1961).
- 13) CHELIUS, M. J.: A system of surgery.
Lea & Blanchard, Bd. 3:942 ff, Philadelphia, 1847,
zitiert nach WALKER (1967)
- 14) CLELAND, J.: Study of spina bifida, encephalocele and an-encephalus. J Anat Physiol 17:257 (1883)
- 15) CRAIG, W. M.: Spina bifida: preoperative, surgical and post-operative treatment. Surg Clin N Amer 9:219 (1929)

- 16) CRUVEILHIER, J.: Une tumeur au niveau des dernières vertèbres lombaires; sa dissection met à nu la moelle épinière.
Bull Soc Anat Paris 7:47 (1832)
- 17) DARESTE (1877): Production artificielle des monstruosités.
Zitiert nach FRASER (1929)
- 18) DENUCÉ, M.: Spina bifida, anatomie, pathologie et embryogénie.
O. Doin, 615 ff, Paris (1906).
- 19) EASTMAN, J.R.: Operative technic in spina bifida.
JAMA 74:156 (1920)
- 20) FEREMBACH, D.: Frequency of spina bifida occulta in prehistoric human skeletons. Nature (London) 199:100 (1963)
- 21) FORNI, G.G.: Della spina bifida. Minerva Chir (Torino), 151:487.
Zitiert von GERLACH, J. (1967)
- 22) FRASER, J.: Spina bifida. Edinburgh Med J 36:284 (1929)
- 23) FRAZIER, C.H.: Surgery of the spine and spinal cord.
Appleton & Co, pp 265-324, 971 pp, New York, 1918.
- 24) FREEMAN, J.M.: To treat or not to treat: ethical dilemmas of treating the infant with myelomeningocele.
Clinical neurosurgery: proceedings of the congress of neurological surgeons, Denver, Colorado, 1972.
Williams & Wilkins, Baltimore, 1973.
- 25) FOLTZ, E.L.; KRONMEL, R., SHURTFLEFF, D.B.: To treat or not to treat: a neurosurgeons perspective of myelomeningocele.
Clinical neurosurgery: proceedings of the congress of neurological surgeons, Denver, Colorado, 1972.
Williams & Wilkins, Baltimore, 1973.
- 26) FUCHS, A.: Über den klinischen Nachweis kongenitaler Defektbildungen in den unteren Rückenmarksabschnitten (Myelodysplasie).
Wien Med Wschr 36:2141, 2261 (1909)
- 27) GARDNER, W.J.: Rupture of the neural tube: the cause of myelomeningocele. Arch Neurol Psychiat 4:1-7, 13 (1961)
- 28) GARDNER, W.J.: Myelomeningocele the result of rupture of the embryonic neural tube. Cleveland Clin Quart 27:88 (1961)
- 29) GARDNER, W.J.: Hydrodynamic mechanism of syringomyelia: its relationship to myelocele. J Neurol Neurosurg Psychiat 28:247 (1965)
- 30) GARRÉ, C., KÜTTNER, H., LEXER, E.: Handbuch der praktischen Chirurgie. Bd. IV, S. 65-79, Enke, Stuttgart, 1922.

- 31) GERLACH, J., JENSEN, H.-P., KOOS, W., KRAUS, H.: Mißbildungen des Rückenmarks. In: Pädiatrische Neurochirurgie, Thieme, Stuttgart, 1967
- 32) GROSS, S.W., SACHS, E.: Spina bifida and cranium bifidum; a study of 103 cases. Arch Surg 28:874 (1934)
- 33) HENNEMANN, C.: Zur Behandlung der Spina bifida. Münch Med Wschr 1900, S. 1380
- 34) HENNEMANN, C.: Weiterer Fall von geheilter Spina bifida. Münch Med Wschr 1915, S. 222
- 35) HESSE, F.A.: Spina bifida cystica. Ergeb Chir Orthop 10:1197 (1918)
- 36) HILDEBRAND, O.: Die Behandlung der Spina bifida. Arch Klin Chir 46 (1883)
- 37) HILDEBRAND, O.: Zur operativen Behandlung der Hirn- und Rückenmarksbrüche. Dt Z Chir Bd 28 (1888)
- 38) HOLSCHNEIDER, A.M.: Myelomeningocele - eine Herausforderung an Arzt und Gesellschaft. Kinderarzt 7:1068 (1976)
- 39) INGRAHAM, F.D., SCOTT, H.W.jr.: Spina bifida and cranium bifidum. The Arnold-Chiari malformation. A study of 20 cases. New Engl J Med 229:108 (1943)
- 40) INGRAHAM, F.D., HAMLIN, H.: Spina bifida and cranium bifidum: surgical treatment. New Engl J Med 228:631 (1943)
- 41) KALLIUS, H.V.: Zur Klassifizierung der Wirbelsäulenmißbildungen. Arch Orthop Chir 31:287 (1932)
- 42) KNOX, E.G.: Spina bifida, ulceration and rupture of sac; spontaneous cure. Lancet 94; I:472
- 43) KOOS, W.T., BOCK, F.W., SPETZLER, R.F.: Clinical microneurosurgery. Thieme, Stuttgart, 1976.
- 44) LAMPERT, F.N.: Über die Rückenmarkshernien (Spina bifida). Now Chir Arch 7:136 (1925) - (in russisch), ref. in Z Org Chir 33:38 (1926)
- 45) LANCET. Editorial: Natural history of spina bifida. Lancet II:34 (1969)
- 46) LASSMANN, L.P., JAMES, C.: Spina bifida cystica and occulta. Some aspects of spinal dysraphism. Paraplegia 2:96 (1964)
- 47) LASSMANN, L.P., JAMES, C.C., FORSTER, J.B.: Hydromelia J Neurol Sci 7:149 (1968)
- 48) LAURENCE, K.M.: The natural history of spina bifida cystica. Arch Dis Child 39:41 (1964)

- 49) LAURENCE, K.M.: The survival of untreated spina bifida cystica. *Neurology, Suppl.* 11:10 (1966)
- 50) LAURENCE, K.M.: Effect of early surgery for spina bifida on survival and quality of life. *Lancet* 1:301 (1974)
- 51) LAURENCE, K.M., TEW, B.J.: Natural history of spina bifida cystica and cranium bifidum cysticum. *Arch Dis Child* 46:127 (1971)
- 52) LEBEDEFF, A.: Über die Entstehung der Anencephalie und Spina bifida bei Vögeln und Menschen. *Virch Arch Path Anat* 86:263 (1881), zitiert von KALLIUS (1932)
- 53) LORBER, J.: Results of treatment of myelomeningocele. An analysis of 525 unselected cases with special reference of possible selection for treatment. *Develop Med Child Neurol* 13:279 (1971)
- 54) MICHEJDA, M.: Intrauterine treatment of spina bifida: primate model. *Z Kinderchir* 39:259 (1984)
- 55) MLETZKO; J.: Über Spätergebnisse nach Meningo- und Myelomeningocelenoperationen. *Chirurg* 31:400 (1960)
- 56) MORGAGNI, G.B.: De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis. The seats and causes of diseases investigated by anatomy; in five books, containing a great variety of dissections, with remarks. Übersetzt durch B. Alexander, London; Millar & Cadell, Johnson & Payne, 3 Bd 1; XXXI+868 ff, 1769; zitiert von HESSE (1918)
- 57) MORTON, J.: Case of spina bifida cured by injection. *Brit Med J* 1:632 (1872)
- 58) MUSTARDE, J.C.: Meningomyelocele: the problems of skin cover. *Brit J Surg* 53:36 (1966)
- 59) NEWBIGGING, P.S.K.: Spina bifida. Probationary Essays, Bd VI, Royal College of Surgeons, Edinburgh (1834)
- 60) NOSIK, W.A.: The repair of lumbar and cranial meningocele with Tantalum gauze. *J Neurosurg* 8:540 (1951)
- 61) NULSEN, F.E., SPITZ, E.B.: Treatment of hydrocephalus by direct shunt from ventricle to jugular vein. *Surg Forum* 2:399 (1951)
- 62) NULSEN; F.E., BECKER, D.P.: Control of hydrocephalus by valve-regulated shunt. Infections and their prevention. *Clin Neurosurg* 14:256 (1966)
- 63) PARIN, W.N.: Zur Frage der Folge der operativen Behandlung der Spina bifida. *Kazan Med J* 13:289 (1913) - (in russisch), ref. in *ZOrg Chir* 3:761 (1913)
- 64) PAYR: zitiert nach HESSE (1918)

- 65) PELS-LEUSDEN: zitiert nach HESSE (1918)
- 66) PENFIELD, W., CONE, W.: Spina bifida and cranium bifidum; results of plastic repair of meningocele and myelomeningocele by a new method. JAMA 98:454 (1932)
- 67) PUDENZ, R.H., RUSSEL, F.E., HURD, A.M., SHELDEN, C.H.: Ventriculo-auriculostomy. A technique for shunting cerebro-spinal fluid into the right auricle. J Neurosurg 14:171 (1957)
- 68) v. RECKLINGHAUSEN, F.D.: Untersuchungen über die Spina bifida. Virch Arch Path Anat 105:243-330, 373-455 (1886)
- 69) REPORT OF A COMMITTEE of the London Clinical Society nominated November 10, 1882, to investigate spina bifida and its treatment by injection of Dr. Morton's iodo-glycerine solution. Tr Clin Soc London 18:339 (1885)
- 70) RICKHAM, P.P.: Nicolaas Tulp and spina bifida. Clin Pediatr (Phila) 2:40 (1963)
- 71) RICKHAM, P.P.: Fortschritte in der Behandlung der Spina bifida und des Hydrocephalus. Wien Klin Wschr 72:573 (1960)
- 72) RICKHAM, P.P., PENN, J.A.: The place of the ventriculostomy reservoir in the treatment of myelomeningocele and hydrocephalus. Develop Med Child Neurol 7:296 (1965)
- 73) RICKHAM, P.P., MAWDSLEY, T.: The effect of early operation on the survival of spina bifida cystica. Develop Med Child Neurol 8, Suppl 11:20 (1966)
- 74) ROEMER, B.: Spina bifida. Operation and remarks. Boston: Med and Surg J 4:348 (1869)
- 75) ROSENTHAL, A.: Zur Behandlung der Spina bifida cystica unter besonderer Berücksichtigung des postoperativen Hydrocephalus. Langenbecks Arch Klin Chir 302:243 (1963)
- 76) RUYSCH, F.: Observationem anatomico-chirurgicarum centuria. H & T. Boom, Amsterdam, 1691
- 77) RUYSCH, F.: The celebrated Dr. Frederic Ruysch's practical observations in surgery and midwifery. T. Osborne, XIX 4 256 ff, London
- 78) SCHWIDDE, J.T.: Spina bifida. Survey of 225 encephaloceles, meningoceles and myelomeningoceles. Amer J Dis Child 84:35 (1952)
- 79) SCOVILLE, W.B.: Newer techniques in neurosurgery. Proceedings of the third Intern. Congr. of Neurolog. Surg. Excerpt Med 817 (1966)
- 80) SHARRARD, W.J.W.: Myelomeningocele. J Irish Med Ass 58:178 (1966)

- 81) SHARRARD, W.J.W.: Modern trends in the treatment of spina bifida. Methods of assessment and their relation to treatment by early closure. Proc Roy Soc Med 60:767 (1967)
- 82) SHARRARD, W.J.W.: Spinal osteotomy for congenital kyphosis in myelomeningocele. J Bone Jt Surg 50B:466 (1968)
- 83) SHARRARD, W.J.W.: The orthopaedic surgery of spina bifida. Clin Orthop Rel Res 92:195 (1973)
- 84) SHARRARD, W.J.W.: Osteotomy - excision of the spine for lumbar kyphosis in older children with myelomeningocele. J Bone Jt Surg 54B:50 (1972)
- 85) SHARRARD, W.J.W., GROSFIELD, L.: The management of deformity and paralysis in the foot in myelomeningocele. J Bone Jt Surg 50B:456 (1968)
- 86) SHARRARD, W.J.W., ZACHARY, R.B., LORBER, J., BRUCE, A.M.: A controlled trial of immediate and delayed closure in spina bifida. Arch Dis Child 38:18 (1963)
- 87) SHARRARD, W.J.W., Meningomyelocele: prognosis of immediate operative closure of the sac. Proc Roy Soc Med 56:510 (1963)
- 88) SHARRARD, W.J.W., ZACHARY, R.B., LORBER, J.: The long-term evaluation of a trial of immediate and delayed closure of spina bifida cystica. Clin Orthop 50:197 (1967)
- 89) SHARRARD, W.J. W.: Survival and paralysis in open myelomeningocele with special reference to the time of repair of the spinal lesion. Develop Med Child Neurol, Suppl 13:35 (1967)
- 90) SHILLITO, J. Jr.: Surgical approaches to spina bifida and myelomeningocele. Clinical Neurosurgery. Proc. of the Congr. of Neurol. Surg, Denver, Colorado, 1972; Williams & Wilkins, Baltimore, 1973
- 91) SLAJMER: Behandlung der Spina bifida mit besonderer Berücksichtigung der Heteroplastik. Centralbl Kinderheilk, 1900
- 92) SMITH, E.D.: Spina bifida and the total care of myelomeningocele. Ch. C. Thomas Publ, Springfield/Ill. U.S.A., 1965; zitiert von HOLSCHNEIDER (1976)
- 93) STARK, G.D.: Spina bifida - problems and management. Blackwell, Oxford, 1977
- 94) STARK, G.D.: Treatment of ventriculitis in hydrocephalic infants: intrathecal and intraventricular use of the new penicillins. Develop Med Child Neurol, Suppl 15:36 (1967)
- 95) STARK, G.D.: Spina bifida cystica. In: Textbook of Pediatrics, Forfar and Arneil, Churchill & Livingstone, Edinburgh, 1973

- 96) STARK, G.D.: Myelomeningocele: the changing approach to treatment. In: WILKINSON, A.W.: Recent advances in paediatric surgery, 3rd ed., Churchill & Livingstone, London, 1975
- 97) STARK, G.D., DRUMMOND, M.: Spina bifida as an obstetric problem. *Develop Med Child Neurol*, Suppl. 22:157 (1970)
- 98) STARK, G.D.: The spinal cord lesion in myelomeningocele. *Develop Med Child Neurol*, Suppl 25:1 (1971)
- 99) STARK, G.D.: Results of selective early operation in myelomeningocele. *Arch Dis Child* 48:676 (1973)
- 100) STARK, G.D., DRUMMOND, M., PONEPRSERT; S., ROBERTS, F.H.: Primary ventriculoperitoneal shunts in treatment of hydrocephalus associated with myelomeningocele. *Arch Dis Child* 49:112 (1974)
- 101) STOCKMEYER, K.M.: Zur Bewertung der chirurgischen Behandlung der Spina bifida. Abhandlungen aus der Kinderheilkunde und ihren Grenzgebieten. Beihefte zum Jahrbuch für Kinderheilkunde, Jb Kinderheilk 7:1-46 (1925), Berlin, 1925
- 102) THORWALD, J.: Macht und Geheimnis der frühen Ärzte. Droemer & Knauer, S. 251, München, 1967
- 103) TROUT: Spina bifida - tibial transplant father to child. *Surg Gynec Obstet* Bd 20/5 (1915)
- 104) TULPIUS, N.: *Observationes medicae*. Elsevirium, pp 392 (1652), Amsterdam; zitiert von RICKHAM (1963)
- 105) VIRCHOW, R.: Ein Fall von Hypertrichosis circumscripte mediana, kombiniert mit Spina bifida occulta. *Z Ethnol* 7:280 (1875)
- 106) WALKER, A.E.: A history of neurological surgery. Williams & Wilkins, Baltimore, 1951, Facsimile: Hafner Publ Co, S. 351-356, New York, 1967
- 107) WALKER, A.E., JOHNSON, H.C.: Penicillin in neurology. C.C.Thomas, XI+202 ff, Springfield/Ill., U.S.A., 1946
- 108) WARNER, J.: Cases in surgery with introductions, operations and remarks. The fourth edition with considerable additions. J. Johnson, 408 ff, London, 1784
- 109) WUSTMANN, O.: Zur Entstehung des Hydrocephalus nach operativer Behandlung der Meningocele sacralis subarachnoidalis. *Zbl Chir* 1939:2161
- 110) WUSTMANN, O.: Bewegungsvorgänge im Liquorsystem. Ein experimenteller Beitrag zur Vermeidung des postoperativen Hydrocephalus nach Meningoceleoperation. *Zbl Chir* 78:1 (1953)
- 111) YASARGIL, G.: Microsurgery applied to neurosurgery. Thieme, Stuttgart, 1969

- 112) ZACHARY, R.B.: An appraisal of the surgery for meningocele
Clin Neurosurg 13:313 (1965)
- 113) ZACHARY, R.B.: Early neurosurgical approach to spina bifida.
Develop Med Child Neurol, Suppl 7:492 (1965)
- 114) ZACHARY, R.B., SHARRARD, W.J.W.: Spinal Dysraphism.
Postgrad Med J, Suppl 43:731 (1967)
- 115) ZACHARY, R.B.: Ethical and social aspects of treatment of
spina bifida. Lancet II:274 (1968)
- 116) ZENENKO, V.N.: Radikalnaya operatsiya pri vrozhdennikh
krestsovikh spinnomozgovykh grizhakh (spina bifida sacralis)
svoztanovlenyem tselosti krestgovaro kanala.
S. Peterburg, E. Evdokimoff, 61 ff (1895), zitiert von WALKER
(1951)

MEDICARVM LIB. III. 243

Spina bifida

Tab. XI.

fig. 1

fig. 2
Spina corrupta



fig. 3

a. Spina dorsa
bbb. Spina bifida
c. Carum tumoris

fig. 4

d. Spina corrupta
eee. Divisio spinae
f. Carum tumoris

Abb. 1: (Seite 1) Rembrandt: Dissektion der Myelomeningocele durch NICOLAAS TULPIUS (1625).

in: STARK, G.D.: Spina bifida, problems and management. Blackwell, Oxford-London, 1977



Abb. 2: (Seite 7) Transplantation eines Tibiaspans bei Spina bifida nach ALBEE (1914).
in: WALKER, A.E.: A history of neurological surgery,
S. 355, Williams & Wilkins, Baltimore, 1951;
Facsimile: Hafner Publ & Co, New York, 1967

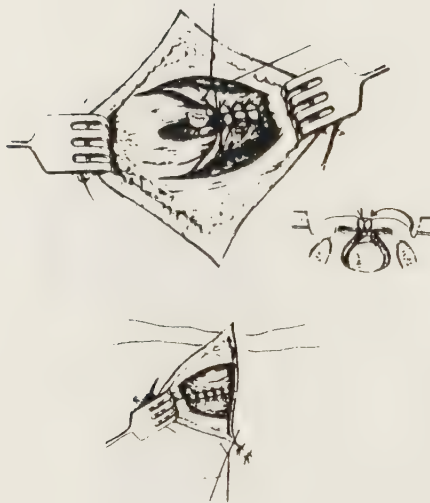


Abb. 3: (Seite 7) Verschluss einer Spina bifida nach BAYER (1899)
in: GERLACH, J., JENSEN, H.-P.: Mißbildungen des Rücken-
marks. In: Handbuch der Neurochirurgie VII/1, S. 321, Thieme,
Stuttgart, 1967

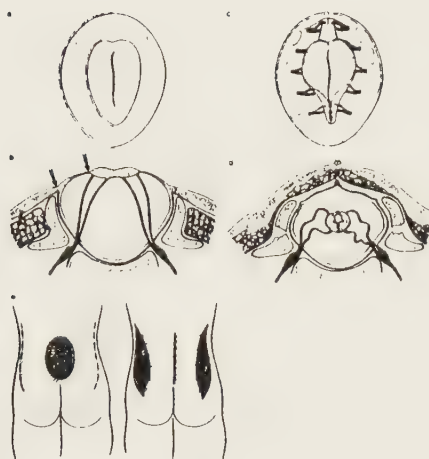


Abb. 4: (Seite 9) Operation einer offenen Myelomeningocele.
in: KUFFER, F.: Spina bifida.
in: BETTEX, M. et al.: Kinderchirurgie, Thieme,
Stuttgart, 1982



Abb. 5: (Seite 10) Ventrikulo-atriale Ableitung mit einem
HOLTER-Ventil.

in: MATSON D.D.: Neurosurgery of infancy and childhood, 2nd ed., S. 249, Charles C. Thomas, Springfield/Ill.,
U.S.A., 1969

II. HISTORISCHE ASPEKTE DES HYDROCEPHALUS

II.1. ANATOMIE

Der Hydrocephalus wird bereits von den frühesten medizinischen Autoren erwähnt, da er wegen seines grotesken Aussehens besonders auffiel. Schon HIPPOKRATES (460-377 v. Chr.) erkannte, daß Flüssigkeitsansammlungen im Kopf die Schwellung verursachen (95, 231). Die nur schwer interpretierbaren Texte lassen den Schluß zu, daß HIPPOKRATES die Flüssigkeitsansammlungen um das Gehirn herum, also extracerebral, vermutete und deshalb frontale Entlastungs-Trepanationen als Therapie empfahl. Obwohl HEROPHILUS (93) und ERISTRATUS (51, 231) höhlenartige Erweiterungen im Gehirn von Hydrocephalen fanden, konnten sie doch die Anatomie des Ventrikelsystems noch nicht klären. Erst GALEN (131-201 n. Chr.) erkannte, daß die Ventrikel im Gehirn miteinander kommunizieren, wußte jedoch noch nichts über deren Funktion (63, 231). Er lehrte, daß in den Ventrikelräumen die Seele, der "spiritus animalis" enthalten sei und dort einen Reinigungsprozeß durchmache. Die gereinigten Produkte sollten in die Hirnporen übergehen, durch den Pituitarkörper (Hypophyse) ausgeschieden und als "Pituita" in die Nase entleert werden. GALEN nahm die flüssigkeitsgefüllten Hohlräume in sein System der Säfte und deren Wirkungen auf, woraus der Versuch einer diätetischen Beeinflussung resultierte (198, 26, 230, 231). GALEN's Lehren wurden bis in das Mittelalter übernommen.

ORIBASIOS beschrieb drei Arten des Hydrocephalus (162, 231). Er vermutete Flüssigkeitsansammlungen zwischen Haut und Pericranium, zwischen Pericranium und Knochen und zwischen Knochen und Dura mater. Er riet bei den ersten beiden Fällen zur Incision, lehnte jedoch beim dritten Fall eine Behandlung ab. Im 7. Jahrhundert mißbilligte PAUL VON AEGINA die chirurgische Intervention und erlaubte nur die Entfernung eines kleinen Knochenstückchens zur Trepanation (166, 231). In Übereinstimmung mit RHAZES benutzten die Araber eine Art von Thermocauter zur Trepanation an den Schädelnähten und den Temporalvenen (192, 231).

In den nächsten 500 Jahren wurde das Wissen über den Hydrocephalus nur um einige wenige Details erweitert, bis VESALIUS (1514-1564) im Jahre 1543 die Existenz eines "Spiritus animalis" verneinte und eine klare Beschreibung des Hydrocephalus internus gab:

"The water had not collected between the skull and its outer surrounding, or the skin (where the doctors' books teach that water is depositioned in other cases), but in the cavity of the brain itself, and actually in the right and left ventricles of the brain. The cavity and breadth of these had so increased - and the brain itself was so distended - that they contained about nine pounds of water or three Augsburg-wine-measures (so help me God)" (229, 25, 187, 231).

Die wahre Form der Gehirnventrikel entdeckte LEONARDO DA VINCI um 1505 mit Hilfe eines Wachsausgusses: "Mache 2 Luftlöcher in die Hörner der großen Ventrikel, führe das geschmolzene Wachs mit der Spritze ein, indem du ein Loch in den Ventrikel der Memoria bohrst, und fülle durch dieses Loch die drei Gehirnventrikel. Nimm dann, sobald das Wachs fest geworden ist, das Gehirn heraus, und du wirst die Gestalt der drei Ventrikel genau sehen. Vorher aber setze dünne Röhren in die Luftlöcher ein, damit die Luft, die in diesen Ventrikeln ist, entweichen und dem Wachs, das in die Ventrikel fließt, Platz machen kann" (Quaderni V, 7r). Das Untersuchungsobjekt war offenbar ein Ochsenhirn. (Abb. 1).

Zwei Jahrhunderte später bestätigte MORGAGNI (1682-1771), daß der massive Hydrops beim Hydrocephalus vom Ventrikelsystem ausgehe und betonte, daß der kindliche Hydrocephalus mit einer Vergrößerung des Kopfes einhergehe, jedoch bei Erwachsenen dies ausbleiben könne (148). Aufgrund von 20 Autopsien (wohl wegen tuberkulöser Meningitis) konnte ROBERT WHYTT in seinen "Observations of dropsy of the brain" 1768 klar den Hydrocephalus internus und externus definieren (240). Er glaubte, daß die Ursache für den Hydrocephalus ein Flüssigkeitsungleichgewicht zwischen einer "ausschwitzenden" Arterie und einer absorbierenden Vene sei, bestritt jedoch gleichzeitig, daß durch Entfernung der Flüssigkeit jemals ein Patient geheilt werde.

Ende des 18. Jahrhunderts begannen die Ärzte, an der idiopathischen Wassersucht des Gehirns, wie sie die Ärzte der Antike beschrieben hatten, zu zweifeln. So vermutete QUINN 1790, daß eine Analogie zur Wassersucht des Körpers bestehe und er glaubte, daß die Rachitis und andere intelligenzmindernde Erkrankungen dafür verantwortlich seien (182). RUSH (1809) aus Philadelphia stimmte QUINN's Theorie zu und schuldigte intermittierendes, remittierendes und kontinuierliches Fieber, sowie Rheumatismus, Schwindsucht, Fieberschübe und Würmer als Ursache des Hydrocephalus an (200). Als Behandlung empfahl er, den Kopf immer höher als den übrigen Körper zu lagern.

Seit Verwerfung der GALEN'schen Theorie des "Spiritus animalis" sind viele Theorien über den Inhalt der Ventrikel aufgestellt worden. Zu verschiedenen Zeiten hat man nacheinander Wasser, Luft, Vakuum oder Dampf in Betracht gezogen, bis man sich schließlich doch auf Flüssigkeit einigte. HALLER (1762) wußte zwar von der Existenz einer Cerebrospinal-Flüssigkeit in den Ventrikeln und im Subarachnoidalraum, konnte aber deren Natur und Zusammensetzung nicht analysieren und entwickelte so seine Dampftheorie (73), nach der der Dampf von den Arterien ausgedünstet und von den Venen wieder eingeatmet werde. Dies geschah aufgrund einer Kontroverse mit VERDUC, der 1700 behauptete, daß in normalen Ventrikeln niemals Flüssigkeit vorhanden sei (228). Zu jener Zeit wurde jegliche Flüssigkeit als Resultat eines pathologischen Vorganges oder einer postmortalen Dampfverdichtung gedeutet. So akzeptierte man die Ansichten COTUGNO's nicht, der 1770 als erster das Vorhandensein des Subarachnoidalraumes nachwies und außerdem in diesem Raum bei lebenden Fischen und Schildkröten Flüssigkeit fand, solche jedoch bei Hunden nicht nachweisen konnte, da das Rückenmark dem Duralsack zu eng anlag (22,26, 231). Ähnliche Untersuchungen wurden VALSALVA zugeschrieben (1741; 227).

GALEN's Lehre von der Hypophyse als Austrittsstelle des Ventrikelinhaltes behielt ihre Geltung bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. So schrieb der schottische Anatom ALEXANDER MONRO (1733-1807) die Ursache des Hydrocephalus einer Sklerose der Hirnanhangsdrüse zu, wodurch ein wirksamer Verschuß der Austrittskanäle zustande komme.

Er bestritt das Vorhandensein einer Kommunikation zwischen 4. Ventrikel und Subarachnoidalraum (Foramen MAGENDII), was sowohl HALLER als auch COTUGNO behaupteten. MONRO, nach dem das Foramen MONROI benannt wurde, bewies seine These durch die Ergebnisse, die er durch die Autopsie von 15 hydrocephalen Kindern gewonnen hatte. Er fand ausnahmslos alle Ventrikel erweitert. Darüber hinaus entleerten sich alle Ventrikel, nachdem ein Seitenventrikel eröffnet wurde und bei keinem der Fälle befand sich Flüssigkeit weder in der Rückenmarkshöhle noch zwischen Pia und Dura mater (198). MONRO schrieb: "Der Boden des 4. Ventrikels hat keine solche Kommunikation mit der Rückenmarkshöhle, wie HALLER annahm, da er durch seinen Plexus chorioideus und die Pia mater vollständig abgeschlossen ist".

MONRO erlag diesem Irrtum, da er arachnoidale Verklebungen im 4. Ventrikel als normal betrachtete (146). Erst FRANCOIS MAGENDIE (1783-1855) interpretierte den Liquorstrom richtig und sah Passagehindernisse als Ursache des Hydrocephalus an. Er entdeckte die Apertura mediana ventriculi quarti und die Bedeutung dieser Öffnung für die Liquorcirculation. Mit Tierexperimenten bewies MAGENDIE, daß Ventrikel und Subarachnoidalraum mit Flüssigkeit gefüllt sind, daß die Ventrikel und der Subarachnoidalraum über das nach ihm benannte Foramen frei kommunizieren, daß die Subarachnoidalräume von Gehirn und Rückenmark eine einheitliche Struktur bilden und daß der Aqueductus SYLVII oder das Foramen MAGENDII in mehreren Fällen von Hydrocephalus verlegt waren (138, 139). Er verstand jedoch nicht, warum durch einen Verschuß dieser Wege ein Hydrocephalus entstehen sollte, da er annahm, daß die Cerebrospinal-Flüssigkeit von der Pia mater sezerniert werde und dann auf irgendeine Weise in die Ventrikel übertrete. Aus einem unerklärlichen Grund sei dann der Rücktritt der Cerebrospinal-Flüssigkeit verhindert, wodurch eine Ansammlung in den Ventrikeln und somit ein Hydrocephalus entstehe (26

II.2. PHYSIOLOGIE

II.2.1. Liquorcirculation

Der deutsche Anatom HUBERT VON LUSCHKA (1820-1875) bestätigte die Befunde von MAGENDIE und beschrieb zusätzlich ein laterales Foramen (133, 134), dessen Existenz jedoch von vielen Anatomen bezweifelt wurde, auch noch nach der Publikation der schwedischen Forscher ERNST AXEL KEY (1832-1901) und GUSTAV MAGNUS RETZIUS (1842-1919) im Jahre 1875, deren Beobachtungen zur Liquorcirculation im wesentlichen auch heute noch gültig sind (118).

Der Prager Anatom VINZENZ BOCHDALEK (1801-1883) hatte ebenfalls die seitlichen, nach kaudal gerichteten Öffnungen des 4. Ventrikels gefunden (134), die dann von VON LUSCHKA als Übertrittsweg des Liquors vom 4. Ventrikel in die Cisterna ponti (apertura lateralis rhombencephali, foramen LUSCHKAE) erkannt wurden. Alle weiteren, insbesondere experimentellen, Forschungen zur Entstehung des Hydrocephalus basieren auf diesen Erkenntnissen.

II.2.2. Liquorproduktion

Im Jahre 1854 vermutete FAIVRE, daß der Plexus chorioideus die Ventrikelflüssigkeit produziere (53). Sowohl die embryologischen Studien von WEED in den Jahren 1920-23 (233, 234) als auch die Beobachtungen von CUSHING von 1905, 1914 und 1926 (23, 24, 25) über das "Schwitzen" des Plexus chorioideus bestätigten diese Ansicht.

DANDY's und BLACKFAN's Versuche von 1913 zeigten, daß die Erweiterung der Seitenventrikel trotz Obstruktion des Foramen MONROI ausbleibt, wenn der Plexus chorioideus entfernt wurde und daß sich die Seitenventrikel erweitern, wenn bei Obstruktion des Foramen MONROI der Plexus intakt ist (31). Mit Hilfe intravenöser Fluoreszenzversuche konnten SCHALTENBRAND und PUTNAM 1927 an der Katze die Liquorproduktion durch den Plexus chorioideus der Seitenventrikel unmittelbar beobachten (206). Trotzdem stellte HASSIN 1930 die Funktion des Plexus chorioideus als Liquorproduktionsstätte in Frage (79).

In der Literatur finden sich viele Übersichtsarbeiten zur Physiologie des Plexus chorioideus (KATZMAN und PAPPIUS 1973; 111). Vor allem im Stadium der Entzündung können sowohl die Meningen als auch das Ependym Liquor bilden (GERLACH 1967, 65; RIECHERT 1960, 195; KLEIN 1957, 119).

II.2.3. Liquorresorption

Die Pathogenese des Hydrocephalus konnte vollständig nur geklärt werden, wenn auch der Mechanismus der Liquorresorption erkannt wurde. KEY und RETZIUS schlossen 1872 aus ihren Farbstoff-Injektionsversuchen, daß die Pacchioni-Körper die Absorptionsstellen seien (118). Sie zeigten aber auch, daß diese Körper bei Kindern und bei höheren Primaten fehlen. Nach DEMME (1956) entwickeln sich die Granulationes arachnoidales (Pacchionische Granulationen) erst mit zunehmendem Alter (41). So wurde offensichtlich, daß andere Strukturen für die Liquorresorption verantwortlich sein müssen. WEED vermutete, daß die cerebro-spinale Flüssigkeit durch die Zellen der Arachnoidalzotten fließt, welche unter dem Mikroskop den Pacchionischen Granulationen ähneln (233). Er betrachtete diese sogar als pathologische Vergrößerung der mikroskopischen Arachnoidalzotten (235).

Bei Neugeborenen und Säuglingen soll die gesamte Arachnoidea zur Resorption befähigt sein (GERLACH et al. 1967; 65). Den Beweis für den Übertritt des Liquors durch die Arachnoidalzotten in die venöse Blutbahn erbrachte WEED 1922 durch seine Versuche mit der Berliner-Blau-Reaktion (234). Auch DANDY und BLACKFAN schlossen 1914 aus ihren Experimenten mit Phenolsulphthalein, daß der Liquor durch die Venen des Subarachnoidalraumes absorbiert würde (27).

II.3. PATHOGENESE

Unsere heutigen Kenntnisse über die Entstehungsmechanismen einer hydrocephalen Ventrikelerweiterung basieren auf den experimentellen Arbeiten DANDY's aus den Jahren 1913-1922 (31, 32). Unbestrit-

ten ist demnach, daß die Verlegung der Liquorstrombahn zu einer hydrocephalen Erweiterung desjenigen Abschnittes führt, welcher oberhalb des Hindernisses liegt. So kann der Hydrocephalus durch die Obstruktion der Foramina MONROI, MAGENDII und LUSCHKAE sowie des Aquaeductus SYLVII verursacht werden. Auch eine entzündliche Verklebung im Bereich der basalen Cisternen führt zum Hydrocephalus, ebenso eine Verlegung der Liquorresorptionsgebiete. DANDY und BLACKFAN unterteilten 1914 den Hydrocephalus in einen obstruktiven Typ, der durch eine Verlegung meist des Aquaeductus SYLVII oder der Foramina MAGENDII und LUSCHKAE bedingt ist, und in einen kommunizierenden Typ, der durch Resorptionsstörungen an der Gehirnoberfläche verursacht wird. Diese Unterteilung ergab sich durch die intravenöse Injektion von Phenolsulphonphthalein, das beim kommunizierenden Typ während der Lumbalpunktion in der Spinalflüssigkeit wieder erscheint und beim obstruktiven Typ dort nicht nachgewiesen werden kann (27). Eine Aufstellung der pathologischen Gegebenheiten, die einen Hydrocephalus bewirken können, wurde von RUSSELL 1949 publiziert (201). Auch andere Autoren führten Experimente zur Pathogenese des Hydrocephalus durch (GULEKE 1930; 71).

II.4. THERAPIE

II.4.1. Konservative Therapie

Jegliche Therapie muß die Möglichkeit der Spontanheilung beachten, die nach BUCY in 10 % der Fälle eintritt (1950; 17). LAURENCE berichtete 1958 und 1962 von 46 % Spontanheilung (126, 127, 128) und RILEY von 45 % der Kinder mit kommunizierendem Hydrocephalus, die ohne chirurgische Intervention sich gut entwickelt haben (197). KAUSCH beschrieb zwei Fälle von Spontanheilung (1908; 112, 184).

Die Hilflosigkeit gegenüber dem Krankheitsbild des Hydrocephalus zeigte sich vor allem in der Therapie. So ist in den "Hauß-Artzneyen" der Madame DE FOUQUET (vermutlich erste Hälfte des 18. Jahrhunderts) über Artzneymittel wider die Kopffwehtagen zu lesen: "Bißweilen rühren die Kopffwehtagen von einer Wasserblase her/die

sich in der Cavität des Gehirns/ oder über denselben von einer Rotze formiret/ und hierzu weiß man kein Mittel als das Fasten/ und diese Dinge hier sind sehr gefährlich" (VOTH 1983; 230).

QUIN empfahl 1790 den Aderlaß, Abführmittel sowie Diuretika und lokale Applikation von Kälte, Zuggpflaster oder das Schröpfen (182). KAUSCH war der Ansicht, daß die interne Therapie beim Hydrocephalus völlig versagt, es sei denn, dieser beruhe aufluetischer Basis (1908; 112). In solchen Fällen sei häufiger unter Jod- oder Quecksilbertherapie die völlige Heilung selbst schwerer Fälle beobachtet worden, so von HELLER (1892 und 1898; 88, 89), NEUMANN (1901; 153), IMMERWOL (1901; 102) und anderen. SOMA berichtete, daß vier von fünf Fällen durch methodische Sonnenbestrahlung geheilt worden seien (REHN 1886; 190). Doch dieses Ergebnis war nicht reproduzierbar.

Anfang des 19. Jahrhunderts entstand die Idee, daß Druck von außen auf den Schädel heilende Wirkung erziele. So erwähnte BLANE 1821 die Kompression als Therapie beim Hydrocephalus (14).

Auch GIRDLESTONE und COSTERTON benützten 1822 die Kompression mit befriedigendem Ergebnis bei der Behandlung einiger Fälle von Hydrocephalus (66). Ebenso behandelte BARNARD 3 Jahre später einen Patienten mit dieser Methode (6). Mehrere sporadische Berichte über diese Behandlungsmethode wurden in über 50 Jahren veröffentlicht. Musselin-Verbände wurden fest angelegt, täglich nachgezogen und mit Wasser feucht gehalten, damit sie sich zusammenziehen und so eine bessere Kompression ausüben konnten. Pflasterstreifen wurden ebenfalls benutzt, jedoch waren Gummibandagen wegen des stärkeren Zuges und konstanteren Druckes beliebter. Dieses Konzept wurde in neuerer Zeit wieder aufgegriffen, da man glaubte, daß durch die Kopf-Bandagierung ein starker intrakranieller Druckanstieg hervorgerufen werde, der die Absorptionswege öffnet und somit die Shunt-Abhängigkeit verringert (EPSTEIN; 50). Die Kompression führte jedoch durch intrakranielle Druckerhöhung zu Störungen der Liquorcirculation, so daß es zu Krämpfen und nach VON BRUNS sogar zur Sprengung des Schädels kommen konnte (KAUSCH 1908; 112).

FRAZIER schlug 1916 eine Behandlung mit Thyroidextrakten vor (61) und MARIOTT (1924) befürwortete Theobromin-Sodiosalicylate (140). Beide Methoden erwiesen sich als Fehlschlag. Man versuchte, mit Isosorbid oder Acetazolamid (Diamox^R) die Produktion des Liquors zu hemmen (LORBER 1971; 132), da diese Medikamente als Inhibitor wirken (AMES 1965, 3; BIRZIS 1958, 13; WOOD; 242). Wird Diamox^R intravenös injiziert, so steigt der intrakranielle Druck signifikant an (ATKINSON 1958; 5), wird es oral verabreicht, so wird von einem intrakraniellen Druckabfall in einigen wenigen Fällen berichtet. Während EPSTEIN die Liquorproduktion um 40 % senken konnte (50), hat nach RANSOHOFF (1960) die Diamox^R-Gabe den klinischen Verlauf bei Hydrocephalus-Patienten nicht beeinflussen können (187). Leider ist die Wirkung von Isosorbid und Diamox^R starken individuellen Schwankungen unterworfen, von unterschiedlich langer Wirkungsdauer und von Nebenwirkungen begleitet (MILHORAT 1976, 144; RUBIN et al. 1966, 199). So hat die Anwendung dieser beiden Medikamente wohl nur als temporäre und adjuvante Maßnahme einen Sinn, z.B. bei leichten Formen relativer Shuntinsuffizienz, und ist als Alternativverfahren zur Shuntbehandlung gefährlich (BETTEX et al. 1982, 11). Auch die Osmotherapie mit 40 %iger Sorbitlösung, evtl. in Kombination mit Diuretika wie Furosemid oder Ethacrynsäure hat, wenn überhaupt, nur eine kurzfristige Wirkung. HEMMER beschreibt 1952 die intravenöse Gabe von hochprozentigen Traubenzucker- und Kochsalzinfusionen zusammen mit peroralen und rektalen salinischen Abführmitteln (Magnesiumsulfat, Karlsbader Salz etc.) in Verbindung mit einer kochsalzarmen Diät und zeitweisem Dursten als nur kurzdauernde Stoßtherapie (90). UMBACH (1959) sieht in diesen Behandlungsmethoden nur eine Notmaßnahme (226).

Auch die Röntgenbestrahlung konnte die Aktivität des Plexus nicht hemmen, wie SCALITZER 1926 angenommen hatte (212; HEMMER 1952, 90; KAHN 1952, 110).

Um eine selektive Bestrahlungswirkung auf die Plexus und das Ventrikelpendym zu erreichen, injizierte RIECHERT radioaktiven Phosphor ³²P in Tracer-Dosen intraventrikulär und konnte damit vorübergehend eine Sekretionshemmung, aber keinen Dauererfolg erzielen (RIECHERT 1963; 196).

MUNDINGER erreichte 1960 durch Injektion verschiedener Farbstoffe in einzelnen Fällen eine Wachstumshemmung der Liquor produzierenden Zellen (149).

II.4.2. Chirurgische Therapie

Aufgrund der Aussichtslosigkeit der konservativen Therapie wurde nun eine große Anzahl von Operationstechniken zur Behandlung des Hydrocephalus entwickelt (DAVIDOFF 1929; 37) - (Abb. 2).

II.4.2.1. Liquorpunktion

Zu Beginn der Ära operativer Bemühungen stand die Behandlung mit wiederholten Lumbal- und Ventrikelpunktionen (VON BERGMANN 1907; 8). Die Punktion der Seitenventrikel ist die älteste, seit Urzeiten geübte chirurgische Behandlung des kindlichen Hydrocephalus bei noch offener Fontanelle. Schon die alten Griechen versuchten, die Hydrocephalie durch Incision und Drainage zu behandeln. 1646 berichtete FABRICIUS HILDANUS von einer Punktion mittels Trocar (52). STEVENS riet 1745 in Übereinstimmung mit RICKETTS zur Trepanation des Kopfes von DEAN SWIFT und zur Punktion der Seitenventrikel (RICKETTS 1904; 193). Die MONRO's waren Mitte des 18. Jahrhunderts der Ansicht, daß die Eröffnung mit einer Lanzette an einer Stelle erfolgen soll, an der keine Gefahr der Verletzung einer großen Arterie oder Kopfvene besteht (146, 147).

KEEN vertrat 1888 die Ansicht, daß die hintere Temporalregion die ideale Punktionsstelle sei (113). Auch BROCA, der 1891 die erste Ventrikeldrainage in Frankreich durchgeführt haben soll, wählte die Temporalregion (16).

CHIPAULT (1894) dagegen unterschied zwischen subarachnoidalem und ventrikulärem Hydrocephalus, wobei er im Falle des ventrikulären Hydrocephalus an einer beliebigen Stelle, sogar durch die Nase punktierte (20).

Diese Punktionen wurden zeitweise mit einem Kompressionsverband kombiniert und Mitte des 19. Jahrhunderts wurde eine intraventrikuläre Injektionsbehandlung hinzugefügt. Dabei hatte die Kompressionsmethode den Nachteil, daß oft ein Decubitus auftrat. Sie war außerdem nur sinnvoll, wenn die große Fontanelle noch offen war. So empfahl BILHAUT 1894, mit der Trepanopunktion die circuläre Kraniektomie und Kompression zu verbinden (12).

Die intraventrikuläre Injektion von Jodtinktur versuchte BOINET im Jahre 1856 (15). Auch HAYDEN (1856) und andere versuchten diese Methode; die Ergebnisse waren aber entmutigend (80; VON RANKE 1895, 186). 1829 behauptete GREATWOOD, er habe Heilerfolge durch intraventrikuläre Gabe von Kaliumhydrojodat erzielt (69).

Der einfachste chirurgische Eingriff ist die Lumbalpunktion QUINKES (1891), die aber nur dann möglich ist, wenn Ventrikel und Subarchnoidalraum ein kommunizierendes System bilden (183). Doch auch hier sind die Heilungserfolge, wenn überhaupt vorhanden, nur vorübergehender Natur (NEURATH 1898, 154; PILCZ 1899, 173). Es lag nahe, Ventrikel- und Lumbalpunktion in einigen Fällen zu kombinieren, bzw. sie abwechselnd anzuwenden. Unter anderen waren NÖLKE (1897; 156) und CASSEL (1897; 18) Verfechter dieses Vorgehens, konnten aber damit in keinem Fall Besserung erzielen.

CHATER wird die Einführung der Drainage mittels "Seton" im Jahre 1845 nachgesagt (19). Auch RICKETTS (1904; 193) und GRANTHAM (1854; 68) benutzten dieses Verfahren, nachdem die wiederholten Ventrikelpunktionen fehlgeschlagen waren. Diese Methode wurde jedoch trotz einiger Erfolgsberichte 1882 verlassen. Bei akutem Hirndruck kann eine Ventrikelpunktion nach PAMPUS mit temporärer Ventrikeldrainage mit geschlossenem System notwendig werden, wobei gleichzeitig auch die intraventrikuläre Applikation von geeigneten Antibiotika möglich ist (1953; 164).

Bei Punktionen, die über längere Zeit notwendig sind, hat sich das Anlegen eines subkutanen Ventrikulostomie-Liquor-Reservoirs nach RICKHAM bewährt (1965; 194).

II.4.2.2. Offene Ventrikeldrainage

Bei den wiederholten Ventrikelpunktionen verschlossen sich manchmal die Einstichstellen nicht sofort, so daß ein mehrere Tage anhaltender Liquorfluß resultierte. Diese natürliche Drainage bewirkte einige Erfolge. So riet WERNICKE 1881 zur Dauerdrainage, indem er die Schädelkalotte trepanierte und den Liquorfluß nach außen leitete (239). Zuerst wurde für die Drainage ein Rohr verwendet (VON BERGMANN 1899; 9), durch das sich der Liquor schnell entleerte, jedoch trat ebenso schnell der Tod des Patienten ein. KEEN (1891) nahm deshalb zunächst eine dünne Schnur aus Pferdehaaren und ersetzte sie sukzessive durch dickere Bündel und schließlich durch einen Gummidrain (114, 115). ILLINGWORTH berichtete 1891 von einem günstig verlaufenden Fall, bei dem er mit einem Southey-Troicart trepanierte und mit einer Kanüle drainierte, die nach ca. 8 Tagen herausgedrängt worden war (101). Dies war der Vorläufer der FRAZIER-Nadel und der Katheterdrainage des Ventrikelsystems, wie sie 1941 INGRAHAM und CAMPBELL empfahlen (103).

II.4.3. Geschlossene Ventrikeldrainage - Ableitungen

II.4.3.1. Ableitung in die Subcutis

Um Infektionen zu vermeiden, die häufig auf die externe offene Drainage folgten, wurden einige Methoden der inneren Drainage entwickelt. VON MICULICZ (1896) war der erste, der die permanente innere Drainage des Seitenventrikels erprobte (143). Er legte ein Glaswolle-Drain, das die Form eines Nagels hatte, in den Seitenventrikel ein und verlagerte den Kopf der Drainage unter den reponierten Hautknochenlappen. Später verwendete er Gold- und Glasröhrchen. Die Erfolge waren bei dieser Ventrikel-Subcutis-Drainage schlecht.

II.4.3.2. Ableitung in den Subduralraum

Eine intrakranielle Drainage zwischen Ventrikel und Subarachnoidalraum bzw. Subduralraum wurde 1896 ebenfalls von VON MICULICZ versucht (153). Dieses Experiment schlug jedoch fehl. Einen ähnlichen Versuch unternahmen 1898 SUTHERLAND und CHEYNE (219, 220). 1903 beschrieb SENN eine Ventrikel-Subdural-Drainage mit einem perforierten Gummiröhrchen (210, 211). KRAUSE drainierte 1917 mit gutem Erfolg den Ventrikel durch ein Silber Röhrchen, das knapp unter dem Perikranium endete (121). Wenig später berichtete TAYLOR über eine Ventrikel-Subdural-Drainage mittels Catgut-Naht, die mit "Cargilemembrane" überzogen war (223, 224). 1957 beschrieben FORREST et al. ein Shuntsystem, das die Ventrikelflüssigkeit in den darüberliegenden subduralen Raum ableitet. Bei 50 % kam dadurch der Hydrocephalus zum Stillstand, die anderen Patienten verstarben an progressivem Hydrocephalus, intracranieller Infektion oder anderen Komplikationen (58, 59).

Die Ableitung des Liquors aus dem Seitenventrikel in die subgaleale Region wurde um die Jahrhundertwende von vielen Chirurgen versucht (KAUSCH 1908; 112) - (Abb. 3). Diese Methode konnte sich jedoch wegen der schlechten Erfolge nicht durchsetzen und erst 1977 berichteten PERRET und GRAF über eine erfolgreiche Behandlung von 173 Patienten mit subgalealen Shunts (171), die sie zur vorübergehenden Behandlung des Hydrocephalus oder zur Drainage subduraler Haematome empfehlen.

II.4.3.3. Vaskuläre Shunts

Die Idee, den Liquor in die venöse Blutbahn oder die Lymphbahn abzuleiten, ist alt. GÄRTNER regte 1895 auf der Lübecker Naturforscherversammlung in einer Diskussionsbemerkung die Verwendung einer künstlichen Verbindung zwischen Ventrikel- und Lymph- oder Venensystem zur intrakraniellen Drainage an (62). Nach tierexperimentellen Voruntersuchungen gelang dem Leipziger Chirurgen PAYR die klinische Anwendung. Auf dem Chirurgen-Kongreß 1908 teilte er sein revolutionäres Verfahren mit, die Hirnventrikel mittels frei transplanterter Blut-

gefäße zu drainieren. Er verband den Seitenventrikel mit dem Sinus longitudinalis durch ein Stück V. saphena magna (167, 170) - (Abb. 2). Jedoch verstarben alle so behandelten Patienten innerhalb von vier Monaten. Auch heterologe, denaturierte Hunde- und Kalbsarterien (A. tibialis ant. et post.) benützte PAYR (1911) zur Liquordrainage in die venöse Blutbahn. Die Kalbsarterien waren mit Formalin fixiert und Paraffin getränkt sowie mit autogener V. saphena überzogen. Ebenso beschrieb er eine Drainage des Seitenventrikels mit der V. jugularis interna (168). 8 Patienten von 15 überlebten, 4 zeigten Besserung. Diese Methoden PAYR's fanden Nachahmer, die ebenfalls die Seitenventrikel oder die Cisterna magna mit den intracraniellen Venensinus oder mit den Kopf- oder Halsvenen verbanden, jedoch ohne Erfolg (ENDERLEIN 1911, 49; MC CLURE 1909, 136; HAYNES 1913, 81; 1916, 82). Vier Jahrzehnte vergingen nun, bis die Arbeiten von PAYR auf breiterer Basis fortgesetzt wurden.

NULSEN und SPITZ führten das erste Shuntsystem mit funktionierendem Ventil ein (160). 1949 implantierten sie bei einem 14 Monate alten hydrocephalen Kind ein Kugelventil. Der Hydrocephalus kam damit zum Stillstand.

1957 berichtete SIKKENS ebenfalls über zufriedenstellende Ergebnisse nach Implantation eines Shuntsystems vom Seitenventrikel in die V. cava mit zwischengeschaltetem Kugelventil, das in Methylmethacrylat eingebettet war (213).

GUPTA beschrieb 1950 eine Technik der Liquorableitung vom Seitenventrikel in das proximale Segment einer verschlossenen V. facialis oder V. jugularis externa (72; EL SHAFEI 1965, 47).

II.4.3.4. Ableitung in den Ductus thoracicus

Obwohl die Idee, den Liquor in die Lymphbahn abzuleiten, alt ist, finden sich kaum Angaben über diese Methode in der Literatur. 1959 beschrieben YOKOHAMA et al. einen Shunt vom Ventrikel in den Ductus thoracicus, jedoch verstarben alle 3 Patienten innerhalb von 2 Wochen an einer Obstruktion des Ductus (247). OLDS veröffentlichte

1962 einen vorläufigen Bericht über einen Fall (161).

Über 16 Fälle und 12-jährige Erfahrung mit der Ventrikulo-Lymphangiostomie berichteten KEMPE und BLAYLOCK 1977 (116). Die Autoren beschrieben die anatomischen Verhältnisse bei 51 Erwachsenen, die sich einer cervicalen Sympathektomie unterziehen mußten. Durch die Klappenfunktion des Ductus thoracicus beim Eintritt in die V. jugularis interna konnte bei diesem Verfahren ein einfacher Silikon-schlauch ohne Ventil verwendet werden. Bei 62 % der Patienten erzielten KEMPE und BLAYLOCK ein gutes Ergebnis, worauf diese Methode auch bei Säuglingen und Kindern angewendet werden sollte (116).

In Tierversuchen hatten INGRAHAM et al. (1949) eine Insuffizienz der Klappen des Ductus thoracicus und eine Klumpungsneigung der Lymphe bemerkt (105). JAKUES et al. konnten jedoch diese Klumpungsneigung in Shuntsystemen von den Seitenventrikeln zum Ductus thoracicus bei Katzen mit experimentell erzeugtem Hydrocephalus nicht bestätigen (1978; 109).

II.4.3.5. Ableitung in das Abdomen

II.4.3.5.1. Peritoneum

Nicht nur aus den Ventrikeln wurde der Liquor beim kommunizierenden Hydrocephalus abgeleitet, sondern auch aus dem spinalen Subarachnoidalraum. So entfernte FERGUSON 1898 als erster den Wirbelbogen des 5. Lumbalwirbels, schob das Rückenmark zur Seite und bohrte ein Loch durch den Wirbelkörper in die freie Bauchhöhle. Dann schob er eine Silberdrahtschlinge durch die Öffnung und führte das freie Ende nach unten zur Cauda equina (54; JACKSON 1951, 106). Die drei so behandelten Patienten überlebten nur wenige Monate. NICOLL zog einen Zipfel des Omentum majus durch einen paravertebralen Zugang und befestigte ihn unter der spinalen Dura mater (1905; 155). CUSHING anastomosierte den spinalen Subarachnoidalraum mit dem Peritoneal- oder retroperitonealen Raum (1905; 24). Mittels einer kombinierten Laminektomie und Laparotomie bohrte er ein Loch in den 4. Lumbalwirbel und legte eine Silberkanüle ein, die in die

Bauchhöhle führte. HEILE legte Seidenfäden von der Dura mater in das Peritoneum. Das Kind war 2 Jahre postoperativ wohlauf, verstarb dann jedoch an einer Infektion (1908; 84). Er beschrieb außerdem 1914 eine Verbindung zwischen spinalem Subarachnoidalraum und der Bauchhöhle durch eine transplantierte V. saphena magna, die er nach Fehlfunktion durch einen Gummikatheter zur Drainage ersetzte (85). Dieser Shunt funktionierte noch 12 Jahre später.

PAYR berichtete 1919 über eine lumbo-peritoneale Drainage (169).

Den ersten ventrikulo-peritonealen Shunt schreibt man KAUSCH zu, der 1908 von einer Verbindung des Seitenventrikels mit dem Peritoneum durch eine Gummiröhre berichtete (112). 20 Stunden postoperativ verstarb der Patient an Überdrainage. Auch andere Chirurgen machten entmutigende Erfahrungen mit dem ventrikulo-peritonealen Shunt und das Verfahren geriet in Vergessenheit.

CONE verhalf dieser Methode 1949 zu einem Comeback (21; JACKSON 1951, 1955 und 1959, 106, 107, 108; MILHORAT 1976, 144). 1963 wurden von SCARFF die Ergebnisse bei 230 Patienten mit peritonealen Shunts zusammengestellt, denen zufolge der Hydrocephalus in 55 % sistierte und die Letalitätssrate 13 % betrug (203) - (Abb. 4).

Seither sind viele Verbesserungen an den Shuntsystemen sowie den Operationstechniken vorgenommen worden. Es wurden Ventrikelkatheter entwickelt, die weniger anfällig auf Verlegung durch den Plexus chorioideus, Gehirngewebe oder Ventrikelwände sind, ebenso Ventile mit verschiedenen Druckbereichen. Um der Überdrainage beim Aufrichten des Patienten vorzubeugen, wurden Antisiphonventile konstruiert, das erste von PORTNOY und SCHULTE 1971 (MC CULLOUGH 1974, 137; PORTNOY 1973, 175; YAMADA 1979, 244). Heute werden auch distale Katheter mit oder ohne terminalem Schlitzventil, die nicht mehr abknicken sollen, hergestellt (RAIMONDI 1967; 185). Bei Tumoren wurden zur Verhinderung der Metastasenstreuung durch das Shuntsystem Millipore-Filter entwickelt (HOFFMANN 1976; 96).

Der lumbale subarachnoideo-peritoneale Shunt wurde mit Einführung einer perkutanen Technik vereinfacht (EHNI 1953, 45; KUWANA 1977, 123; SELMAN 1980, 209; SPETZLER 1977, 216). Diese Methoden sind besonders wertvoll zur Beurteilung der Shunteffektivität in Fällen von "Normal-pressure-hydrocephalus", Liquor-Rhinorrhoe und vorübergehendem sekundärem Hydrocephalus nach Subarachnoidalblutung.

Bei allem Fortschritt gibt es jedoch eine große Anzahl leichter und schwerer Komplikationen, wie DAVIDSON 1976 bemerkte (38). Es ist offensichtlich, daß die peritoneale Ableitung trotz einfacher Operationstechnik nur begrenzte Zukunft besitzt (DAVIDSON 1976, 38; IGNELZI 1975, 100; JACKSON 1955, 107; KEUCHER 1979, 117; LITTLE 1972, 131; MILHORAT 1976, 144; MURTAGH 1967, 150; SCOTT 1955, 208).

II.4.3.5.2. Bursa omentalis

PICAZA beschrieb 1956 seine Technik, den Liquor aus dem lumbalen Subarachnoidalraum in den retro-omentalen Raum abzuleiten (172). Er entwickelte diese Methode, um eine Katheterobstruktion durch das Omentum majus zu vermeiden. Beim Vergleich seiner Ergebnisse mit denen des vorderen peritonealen Shunts stellte er eine signifikant höhere Rate eines Hydrocephalus-Stillstandes fest. DODGE et al. leiteten den Liquor direkt in die Bursa omentalis mit gutem Erfolg ab und empfahlen daher dieses Verfahren als wertvolle Methode zur Behandlung des Hydrocephalus communis (1957; 42). Auch PUDENZ verwendete erfolgreich den Bursa omentalis-Shunt bei 5 hydrocephalen Patienten. Bei dieser Methode wird rechts subcostal eingegangen, ein Schlitzventil-Katheter durch das Foramen WINSLOWI in die Bursa omentalis eingelegt und am hinteren Peritoneum befestigt (1981; 176). Da es bisher nur begrenzte klinische Erfahrungen mit dieser Methode gibt, muß sich erst erweisen, ob sie gegenüber anderen peritonealen Ableitungen Vorteil besitzt. Eine Vereinfachung dieser Methode wäre durch die Verwendung eines Peritoneoskopes möglich, mit dem der Katheter in die Bursa omentalis eingebracht wird.

II.4.3.5.3. Magen

1965 leitete ALTHER den Liquor aus dem Ventrikelsystem in den

Magen ab (2). LAMESCH berichtete 1972 über das gleiche Verfahren (125) und WEISS et al. ebenso im Jahre 1975 (238). ALTHER hatte ein eigenes Magenventil konstruiert, während WEISS et al. kommerziell erwerbbare Shuntteile verwendeten. Bei dieser Technik muß das distale Katheterende im Magenlumen fixiert werden und die Autoren bezeichnen diese als sehr brauchbar im Hinblick auf die Komplikationsrate, die bei anderen Techniken auftritt. DUFF sieht als Nachteil, daß die Funktionsprüfung oder die Behebung einer Verlegung am Katheterende nur durch eine Gastroskopie durchzuführen ist (1977; 43).

II.4.3.5.4. Gallenblase

1959 berichteten SMITH et al. über eine Ventrikulo-Cholecystostomie (214). Nach vorhergehenden Untersuchungen an Hunden implantierten sie ein selbst entwickeltes Ventilsystem bei 10 Patienten. 6 Patienten hatten 2 Jahre postoperativ überlebt, während bei den vier verstorbenen das Shuntsystem nur höchstens 8 Monate funktioniert hatte.

II.4.3.5.5. Ileum

Als weitere Methode wurde eine ausgeschaltete, sterilisierte Ileumschlinge über ein Plastikröhrchen mit dem lumbalen Subarachnoidalraum verbunden. Dieses Verfahren wurde von NEUMANN et al. bei einem 8-monatigen Säugling mit rasch fortschreitendem Hydrocephalus angewandt (1959; 151, 152).

II.4.3.5.6. Ureter

Am bekanntesten wurde HEILE 1925 durch eine Anastomose des spinalen Subarachnoidalraumes mit dem Nierenbecken nach Nephrektomie (1925, 86; 1927, 87). 75 % der Patienten, die mit dieser Methode behandelt wurden, konnten geheilt werden. Vor allem in Europa wurde dieses Verfahren häufig angewendet. In Nordamerika wurde es durch MATSON 1949 herausgestellt (141) - (Abb. 5).

Während HEILE das Nierenbecken an die Dura subarachnoidea nähte, verband MATSON den lumbalen Subarachnoidalraum mit dem Ureter über

ein Polyäthylen-Röhrchen. MATSON hielt den Ureter-Shunt für die befriedigendste Technik, die er bis dato (1956) verwandte (142). Bei 108 Patienten sei keinerlei Operationsletalität zu verzeichnen gewesen. Komplikationen seien Meningitis, mechanische Obstruktion und besonders Dehydratation aufgrund von Elektrolyt- und Flüssigkeitsverlusten gewesen. MATSON verwendete zunächst den ventrikulo-ureteralen Shunt (Abb. 6), verließ diesen später und erklärte, er werde nur noch den lumbalen subarachnoideo-ureteralen Shunt verwenden, und dies auch nur für den Fall, wenn der Patient zwei gute Nieren, verantwortungsbewußte Eltern und einen guten Kinderarzt sowie ein hervorragendes Krankenhaus in der Nähe habe (Discussion of PUDENZ 1961; 177).

SMITH et al. beschrieben eine verbesserte Technik des ventrikulo-ureteralen Shunts ohne Nephrektomie (1980; 215). Sie durchtrennten den Ureter nahe der Blase, implantierten den proximalen Anteil in die Blasenwand und verbanden das distale Uretersegment mit dem Shuntkatheter. Bisher waren die Ergebnisse gut, wenn vor der Operation ein vesikoureteraler Reflux ausgeschlossen worden war, der zur ascendierenden Infektion hätte führen können.

II.4.3.5.7. Eileiter

HARSH beschrieb 1954 die Liquorableitung sowohl aus den Seitenventrikeln als auch dem lumbalen Subarachnoidalraum in die Tuben (78). Alle 8 salpingo-thecalen Anastomosen und drei der vier Ventrikulo-Salpingostomien funktionierten zufriedenstellend. Diese Methode wurde in den vergangenen zwei Jahrzehnten nur überaus selten angewandt. RESNIKOFF (1975; 191) und auch MC CARTHY et al. (1957; 135) wandten diese Methode mit Erfolg an.

II.4.3.6. Ableitung in den Epiduralraum

1955 beschrieben HAKIM et al. die Ableitung in den spinalen Epiduralraum (74). Sie beobachteten während einer cervicalen Laminektomie, daß 300 ml Kochsalz, die in den Epiduralraum gespritzt worden waren, sehr schnell versickerten. Daraufhin leiteten sie bei

vier Kindern mit kommunizierendem Hydrocephalus den Liquor aus dem spinalen Subarachnoidalraum in den Epiduralraum ab. Die Ergebnisse waren zufriedenstellend im Beobachtungszeitraum von 11-27 Monaten. Außerdem modifizierten sie die TORKILDSEN'sche Ventrikulo-Cisternostomie, indem sie das distale Ende des Shunts in den thorakalen Epiduralraum einbrachten.

Auch WALLMAN und DONAGHY berichteten über 2 Fälle von erfolgreich verlaufender Epiduro-arachnoidostomie (1959; 232). HAKIM jedoch, der als erster das Syndrom des "normal-pressure-hydrocephalus" erkannte (ADAMS 1965, 1; HAKIM et al. 1953, 1964 und 1965, 75, 76, 77), hatte schlechte Langzeitergebnisse mit dem spinalen Epiduralshunt. Er entwickelte daraufhin ein Ventil, das jetzt weithin bei atrialen und peritonealen Ableitungen in Gebrauch ist.

II.4.3.7 Ableitung in das Knochenmark

1950 beschrieb ZIEMNOWICZ eine subarachnoidale-intravertebrale Anastomose zur Behandlung des kommunizierenden Hydrocephalus (249). Der lumbale Subarachnoidalraum wurde durch eine hohle Metallschraube mit dem Wirbelkörpermarkraum bei einem 14-jährigen Mädchen mit postinfektiösem Hydrocephalus verbunden. Der Autor beobachtete, daß 500 ml isotoner Kochsalzlösung unter einem Druck von 60 cm H₂O in einer Stunde absorbiert wurden. Er berichtete von gutem Erfolg, während SCHULZE mit dieser Methode bei fünf Patienten unbefriedigende Ergebnisse hatte (1956; 207).

II.4.3.8. Thorakale Shunts

II.4.3.8.1. Ableitung in die Pleurahöhle

Über die Methode des pleuralen Shunts wurde zuerst von HEILE 1914 (85; DAVIDOFF 1929, 37; RANSOHOFF 1960, 187) und später von RANSOHOFF und HIATT im Jahre 1952 berichtet (188). Spätere Veröffentlichungen von RANSOHOFF et al. (1960; 187) und auch von MILHORAT (1976; 144) ergaben eine initiale Erfolgsrate von 65 %. Noch heute wird diese Methode vereinzelt verwendet, doch sind zahlreiche Revisionen am

ventrikulären und pleuralen Shuntende nötig.

II.4.3.8.2. Ableitung in den rechten Vorhof

1955 wurden von PUDENZ Tierexperimente durchgeführt, um die Brauchbarkeit der Liquorableitung in den großen Kreislauf zu prüfen (177, 178). Diese Untersuchungen führten zur Einführung von Silikon als Kathetermaterial. PUDENZ zeigte, daß das Shuntsystem nur funktioniert, wenn der Liquor in einen größeren venösen Pool wie den rechten Vorhof abgeleitet wird. Zum erstenmal wurde eine ventrikulo-atriale Shuntoperation 1955 bei einem Kind mit Aquaeductstenose durchgeführt. Das Ergebnis war gut, bis das Kind zwei Jahre später an einer akuten Shunt dysfunktion verstarb (178) - (Abb. 7).

Zur gleichen Zeit arbeitete HOLTER, ein Feinmechaniker, dessen Tochter eine Myelomeningocele hatte, unermüdlich an der Entwicklung eines Ventils, um den Liquor in die Jugularvene und den rechten Vorhof abzuleiten. Er konstruierte das Ventilsystem, das nun weltweit zur atrialen und peritonealen Ableitung verwendet wird (PUDENZ 1981; 176) - (Abb. 8). In den 60'er Jahren wurde der ventrikulo-atriale Shunt zur bevorzugten Methode in der Behandlung sowohl des obstruktiven als auch des kommunizierenden Hydrocephalus. Seither wurde eine Anzahl neuer Shuntsysteme eingeführt und die Operationstechniken verbessert (BECKER 1968, 7; EISENBREY 1975, 46; HEMMER 1964, 91; HOOPER 1969, 98; NULSEN 1967, 159). Auch der direkte Zugang zum Herzen zur Implantation des distalen Katheters wurde verwendet (MILHORAT 1976, 144; OVERTON 1965, 163; WEINMAN 1967, 237).

Die erste Begeisterung für den ventrikulo-atrialen Shunt wurde eingedämmt mit dem Auftreten ernster Komplikationen wie Infektion, Thrombosierung des distalen Katheters, Embolie der A. pulmonalis mit nachfolgendem Cor pulmonale und einer Vielzahl mechanischer Probleme (FOLTZ 1966, 56; GRAF 1957, 67; HEMMER 1964, 91; IGNELEZI 1975, 100; KEUCHER 1979, 117; LITTLE 1972, 131; MILHORAT 1976, 144; NUGENT 1966, 158; NULSEN 1967, 159).

1979 stellten GEORGE et al. die Infektionshäufigkeit bei 840 Pati-

enten mit ventrikulo-atrialen und 410 Patienten mit ventrikulo-peritonealen Shunts in einem Zeitraum von 25 Jahren zusammen. Die Infektionsrate war bei beiden Ableitungstypen mit 11,4 bzw. 12,0 % gleich und war bei sehr jungen und sehr alten Patienten gehäuft. Sie untersuchten außerdem den Wert der Antibiotika-Prophylaxe und beurteilten ihn wegen Resistenzbildung als sehr fraglich. Zwei Drittel aller Infektionen ereigneten sich innerhalb des ersten post-operativen Monats und waren bei Shuntrevisionen häufiger als bei Neu-Implantationen. Außerdem hing die Infektionsrate vom Chirurgen, seiner Technik und seiner Erfahrung ab (64).

II.4.4. Balken- und Genickstich

Als die Pathogenese des obstruktiven Hydrocephalus geklärt war, versuchte man, Operationstechniken zur Rekanalisierung des Liquorflusses zu entwickeln. Der Anfang war schon 1908 durch ANTON und VON BRAMANN mit der Balkenstich-Operation gemacht worden, die darin bestand, eine breite Verbindung zwischen dem 3. Ventrikel und dem Subarachnoidalraum zu schaffen, indem der Schädel in der Medianlinie trepaniert wurde und mit einer gebogenen Silberkanüle entlang der Falx durch das Corpus callosum in den 3. Ventrikel gebohrt wurde (4). Diese Methode wurde bald wieder verlassen, als sich zeigte, daß der Passageweg nicht frei blieb.

Erwähnt sei auch der von ANTON und SCHMIEDEN empfohlene Suboccipital- oder Genickstich, bei dem die Membran zwischen Cisterna magna und 4. Ventrikel zum Zweck der Wiederherstellung oder Erweiterung des Foramen MAGENDII durchstoßen wurde (KUETTNER 1921; 122).

II.4.5. Ventrikulostomie

Die Ventrikulostomie des 3. Ventrikels wurde 1920 von DANDY beschrieben (29,30), der diese bei isoliertem Aquaeductverschluß empfahl. Dabei sollte seitlich subfrontal auf den Boden des 3. Ventrikels ein-

gegangen werden (35). Dabei mußte ein Nervus opticus durchtrennt werden.

Mit einem Operationscystoskop punktierte MIXTER 1923 den Boden des 3. Ventrikels (145). STOOKEY und SCARFF waren der Ansicht, daß die Liquordrainage am besten gewährleistet sei, wenn man durch die Lamina terminalis eingehe und dann eine Öffnung am Boden des 3. Ventrikels anbringe (1936; 218).

Diese Methoden waren nicht sehr erfolgreich, da die Stomata nicht offenblieben.

Das Verfahren der Interventrikulostomie wurde später von LEKSELL 1949 aufgegriffen (130).

Andere Techniken zur Liquorableitung aus dem 3. Ventrikel in die regionalen subarachnoidalen Cisternen wurden beschrieben, z.B. die transcallosale Ventrikulostomie von LAZORTHES 1953 (129), der transcallosale Shunt von KLUZER und GEUNA 1955 (120) und die pericallosale Ventrikulostomie nach YELIN und EHNI 1969 (246).

Vor allem für Patienten mit obstruktivem Hydrocephalus ist die Ventrikulostomie des 3. Ventrikels ausgezeichnet geeignet, wie die Publikationen von GUIOT et al. 1968 (70), FORJAZ et al. 1968 (57) und SAYERS und KOSNIK 1976 (202) zeigen. Das Verfahren wurde durch die Einführung der percutanen Technik mit Röntgenkontrolle, Stereotaxie und besonderer Instrumente (z.B. Leukotom) sehr vereinfacht. Bei 46 shuntabhängigen Kindern erreichten SAYERS und KOSNIK eine Remissionsrate von 90-100 % (202). HOFFMANN et al. benutzten bei 22 Patienten einen stereotaktischen Zugang und berichteten damit ebenfalls von Erfolgen (96, 97).

II.4.6. Ventriculo-Cisternostomie

Die Ventriculo-Cisternostomie war 1939 von TORKILDSEN zur Behandlung des obstruktiven Hydrocephalus vorgeschlagen worden (225;

HERLIN 1950, 92). Er führte einen Gummikatheter, dessen Ende frei flottierte, in das Hinterhorn des Seitenventrikels ein. Das andere Ende fixierte er an der Hinterwand der Cisternen, wobei es darauf kam, daß dieses den Subarachnoidalraum und nicht den Subduralraum mit dem Seitenventrikel verband. Für den Fall der Verlegung beider Foramina MONROI empfahl TORKILDSEN die bilaterale Ventrikulo-Cisternostomie (225) - (Abb. 9).

1946 schlug HYNDMAN eine andere Art der Ventrikulo-Cisternostomie vor und propagierte sie als Behandlungsmethode sowohl des angeborenen als auch des erworbenen Hydrocephalus (99). Hierbei wird eine Verbindung zwischen Cisternen der Vv. parvae und den Ventrikeln geschaffen.

Eine Modifikation erfuhr dieses Verfahren durch STREWLER (FINCHER et al. 1948, 55), GRAF und HAMBY 1957 (67), MATSON 1949 (141) und EHNI 1976 (44).

NOSIK beschrieb 1950 eine einfache Variante, die Ventrikulo-Mastoidostomie (157). Er führte einen schmalen Katheter vom Ventrikelsystem zum Innenohr, so daß der Liquor durch die Tuba auditiva zum Pharynx gelangte.

11.4.7. Operationen am Plexus chorioideus

Diese Verfahren beruhen auf der Vorstellung, daß in erster Linie der Plexus chorioideus für die Liquorproduktion verantwortlich sei. So coagulierte erstmals 1910 LESPINASSE, ein Urologe, den Plexus chorioideus erfolgreich mit einem Operationscystoskop (DAVIS 1939; 39). Auch DANDY schlug 1922 dieses Verfahren vor, jedoch war sein klinischer Versuch ein Fehlschlag (30).

In den folgenden Jahren berichteten PUTNAM (1943, 179; 1934, 181), STOOKEY und SCARFF 1936 (218) sowie SCARFF 1963 (203) und 1970 (204) über die Plexuscoagulation mit einem Ventrikuloskop. Dieses Verfahren wurde bis in die 50'er Jahre von den Neurochirurgen häufig an-

gewendet.

Die operative Entfernung des Plexus chorioideus wurde 1918 von DANDY eingeführt (32, 36). Auch HILDEBRAND (1923) resezierte den Plexus (94). Weitere Mitteilungen stammen von LAEWAN 1922 (124), PUTNAM 1935 (180), erneut DANDY 1938 (33) und KLEIN 1957 (119). Bei gelegentlichen Erfolgen war die Letalität hoch.

Daß diese Verfahren fehlschlügen, wird durch die modernen Erkenntnisse von Liquorproduktion und -absorption verständlich (BERING 1965, 10). Auch SWEET erkannte, daß die Liquorproduktion nicht in erster Linie vom Plexus chorioideus ausgeht (1953, 221; 1956, 222).

II.4.8. Kanalisation des Aquaeductes

DANDY dilatierte 1920 den Aquaeductus SYLVII mit einer Metallsonde und legte einen Gummikatheter ein, der ca. 2-3 Wochen Liquor förderte (34; ELVIDGE 1966, 48). Zwei Patienten wurden auf diese Weise operiert, wobei einer sich etwa 1 Jahr in gutem Zustand befand, während das andere Kind 7 Wochen nach der Operation an einer Pneumonie verstarb.

Auch LEKSELL riet dazu, den Aquaeduct mit einem Gummikatheter zu erweitern, um den eine Drahtspirale aus Tantalum gewunden war, welche nach Ziehen des Katheters im Aquaeduct verblieb. Diese Technik wurde bei 10 Kindern angewendet, von denen drei postoperativ verstarben (1949; 130).

1966 berichtete ELVIDGE von seinen Erfahrungen mit der Interventrikulostomie, mit der 10 Erwachsene und Kinder mit einer Aquaeductstenose behandelt worden waren, wobei zuerst der Aquaeduct dilatiert wurde und dann ein Gummistück, Tygon oder Portextuben eingelegt wurden (48). Die Operationsletalität betrug 20 %. Die 8 Überlebenden hatten keinerlei Shuntprobleme. Die Methode war umstritten, denn es konnte nachgewiesen werden, daß die Obstruktion durch ein membranöses Septum, das reseziert werden kann, und nicht durch eine

Stenose hervorgerufen wird.

II.4.9. Weitere Operationsmethoden

PARKIN behandelte den Hydrocephalus, indem er Adhäsionen in der Region der Fossa posterior löste (1893; 165).

1896 empfahl STILES die Ligatur beider Carotiden, um die Blutversorgung der Plexus chorioidei zu vermindern (217) und auch FRASER und DOTT wandten dieses Verfahren an (1922/23; 60).

II.4.10. Moderne experimentelle Methoden

II.4.10.1. Ventriculo-subarachnoidale Ableitungen

DE FOE, FOLTZ und LEDERHAUS leiteten den Liquor aus dem Vorderhorn der Seitenventrikel in den Subarachnoidalraum ab. An Hunden mit kaolin-induziertem Hydrocephalus schufen sie Fisteln zwischen dem dilatierten Seitenventrikel und dem darüberliegenden Subarachnoidalraum. Obwohl ihre Ergebnisse erfolgversprechend sind, wurde eine klinische Anwendung dieser Methode noch nicht versucht (1976; 40).

Eine ähnliche Technik benutzten WONG et al. (1979, 241) beim Affen. Besonders konstruierte Katheter verbinden den Ventrikel mit dem Subarachnoidalraum. Untersuchungen mit Radioisotopen bestätigen die Liquorabsorption.

II.4.10.2. Omentum-Transplantation

Mittels mikrochirurgischer Verfahren transplantierten YASARGIL und YONEKAWA et al. das Omentum bei Hunden, um das Gehirn zu revaskularisieren oder den Liquor zu absorbieren (1974, 245; 1977, 248). Sie wollen die Absorptionskapazität des Omentum und die Möglichkeit der Behandlung cerebraler Ischämien mit diesen Techniken untersuchen.

Trotz der heutigen guten Kenntnisse der Physiologie und Hydrodynamik

des Liquorflusses, der Einführung besserer Materialien und Ventile sowie der Entwicklung neuer diagnostischer Methoden wie Radio-Isotopencisternographie und Computertomographie, trotz der Verbesserung prä- und postoperativer Behandlungsmöglichkeiten sind wir am Ende des 20. Jahrhunderts noch weit von der Lösung vieler Probleme der Hydrocephaluspatienten entfernt. Solange die Therapie nur symptomatisch ist und nicht die Ursache beseitigt, außerdem auf körperfremde und mechanische Systeme angewiesen ist, solange bleibt die Therapie des Hydrocephalus problematisch, wie die heute noch hohe Zahl von Komplikationen zeigt.

II.5.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Hydrocephalus fand wegen seines grotesken Aussehens von altersher das Interesse der Mediziner. Schon HIPPOKRATES empfahl die Entlastungs-Trepanation als Therapie. Erst durch Klärung der Anatomie und Pathophysiologie des Hydrocephalus sowie der Liquorproduktion und -absorption konnten wirksamere Operationsmethoden entwickelt werden. Die konservativen Therapieversuche waren erfolglos oder konnten nur temporär und adjuvant zu operativen Verfahren eingesetzt werden. Eine Vielfalt von Operationstechniken wurde seit der Mitte des 19. Jahrhunderts beschrieben, die jedoch meist keine guten Erfolge brachten. Erst mit Einführung wirksamer Ventilsysteme Ende der 50er Jahre in Kombination mit ventrikuloatrialen und ventrikuloperitonealen Ableitungen wurden die Erfolge besser. Die Behandlung des Hydrocephalus bleibt trotz verbesserter Erfolge problematisch, wie die noch hohe Komplikationsrate und die fortdauernde Suche nach wirksameren Verfahren zeigen.

II.6.

LITERATUR

- 1) ADAMS, R.D., FISHER, C.M., HAKIM, S., OJEMANN, R.G., SWEET W.H.: Symptomatic occult hydrocephalus with "normal" cerebrospinal fluid pressure. A treatable syndrome. *N Engl J Med* 273:117 (1965)
- 2) ALTHER, E.: Das Magenventil. Eine neue Operationsmethode zur Behandlung des kindlichen Hydrocephalus
Schweiz Med Wschr 95:234 (1965)
- 3) AMES, A., HIGASHI, K., NESBETT, F.B.: Effects of PCO₂, acetazolamid and onabain on volume and composition of choroid plexus fluid.
J Physiol (London) 181:516 (1965)
- 4) ANTON, VONBRAMANN: Balkenstich bei Hydrocephalien, Tumoren und Epilepsie. *Münch Med Wschr* 55:1673 (1908)
- 5) ATKINSON, J.R., WARD, A.A.Jr.: The effect of diamox on intracranial pressure and blood volume. *Neurology* 8:45 (1958)
- 6) BARNARD, J.F.: Compression in chronic hydrocephalus.
Lancet I:376 (1838)
- 7) BECKER, D.P., NULSEN, F.E.: Control of hydrocephalus by valve-regulated venous shunt: avoidance of complications in prolonged shunt maintenance. *J Neurosurg* 28:215 (1968)
- 8) VON BERGMANN, E.: Verletzungen und Krankheiten des Gehirns etc. Angeborene chirurgische Krankheiten. *Handbuch der Chirurgie*, 3. Aufl. (1907), Bd. 1, S. 154.
- 9) VON BERGMANN, E.: Die chirurgische Behandlung von Hirnkrankheiten. 2nd edition, Hirschwald, Berlin, 1899
- 10) BERING, E.A. Jr., SATO, O.: Hydrocephalus: changes in formation and absorption of cerebrospinal fluid within the cerebral ventricles. *J Neurosurg* 20:1050 (1965)
- 11) BETTEX, M., GENTON, N., STOCKMANN, M.: Kinderchirurgie. KAISER, G.: Hydrocephalus. pp 2.52-2.71, Thieme, Stuttgart, 1982.
- 12) BILHAUT: Traitement chirurgical de l'hydrocéphalie. *Congres francais de Chir.* 1894, *Revue de Chir* (1894), S. 920
- 13) BIRZIS, L., CARTER, C.H., MAREN, T.H.: The effect of acetazolamid on CSF-pressure and electrolytes in hydrocephalus.
Neurology 8:522 (1958)
- 14) BLANE; G.: On the effect of mechanical compression of the head, as a preventive and cure in certain cases of hydrocephalus.
Med & Phys J (London) 46:353 (1821)

- 15) BOINET, A.A.: De l'alimentation iodée comme moyen préventif et curatif dans toutes les maladies où l'iode est employé à l'intérieur comme médicament. V. Masson, Paris, pp 24
- 16) BROCA, A.: Drainage des ventricules cérébraux pour hydrocéphalie. Rev de Chir Paris 11:37 (1891).
- 17) BUCY, P.C.: in: Brennemann's practice of pediatrics, Hagerstown, Md. W. F. Prior Co., Bd. 4, Kap. 3, 1950
- 18) CASSEL: Discussion remark. Dtsch Med Wschr S. 231, 1897
- 19) CHATER, G.: Case of hydrocephalus; treatment by puncture and seton; autopsy. Prov M & S J, 599-602 (1845)
- 20) CHIPAULT, A.: Chirurgie opérative du système nerveux. Rueff & Co, Bd. 1, S. 734; Bd. 2:1-799, Paris, 1894-95
- 21) CONE, W.F., LEWIS, R.D., JACKSON, I.J.: Shunting of cerebrospinal fluid into the peritoneal cavity. Presented at the meeting of the American College of Physicians, Montreal, Canada, 1949.
- 22) COTUGNO, D.: De ischiade nervosa commentarius. Naples: Simoniana, XVI + 158 ff (1762)
- 23) CUSHING, H., WEED, L.H., WEGEFATH; Studies on the cerebrospinal fluid and its pathology. J Med Res 31:1 (1914)
- 24) CUSHING, H.: The special field of neurological surgery. Cleveland Med J 4:1 (1905)
- 25) CUSHING, H.: Studies in intracranial physiology and surgery. Oxford University Press, London, 1926
- 26) DANDY, W.E., BLACKFAN, I., KENNETH, D.: Hydrocephalus internus. Eine experimentelle klinische und pathologische Untersuchung. Bruns Beitr Klin Chir 93:392 (1914)
- 27) DANDY, W.E., BLACKFAN, I., KENNETH, D.: Internal hydrocephalus. An experimental, clinical and pathological study. Am J Dis Child 8:406 (1914)
- 28) DANDY, W.E.: Experimental hydrocephalus. Ann Surg 70:129 (1919)
- 29) DANDY, W.E.: The diagnosis and treatment of hydrocephalus due to occlusions of the foramina of Magendie and Luschka. Surg Gynec Obstet 32:112 (1921)
- 30) DANDY, W.E.: An operative procedure for hydrocephalus. Bull John Hopkins Hosp 33:189 (1922)
- 31) DANDY, W.E., BLACKFAN, I., KENNETH, D.: An experimental and clinical study of internal hydrocephalus. JAMA 61:2216 (1913)
- 32) DANDY, W.E.: Extirpation of the choroid plexus of the lateral ventricles in communicating hydrocephalus. Ann Surg 37:569 (1918)

- 33) DANDY, W.E.: The operative treatment of communicating hydrocephalus. *Ann Surg* 108:194 (1938)
- 34) DANDY, W.E.: The diagnosis and treatment of hydrocephalus resulting from strictures of the aqueduct of Sylvius. *Surg Gynec Obstet* 31:340 (1920)
- 35) DANDY, W.E.: Surgery of the brain. in: Lewis' practice of surgery. W.F. Prior, S. 1-682, Hagerstown, 1932
- 36) DANDY, W.E.: Diagnosis and treatment of strictures of the aqueduct of Sylvius (causing hydrocephalus) *Arch Surg* 51:1 (1945)
- 37) DAVIDOFF, L.M.: Treatment of hydrocephalus. Historical review and description of a new method. *Arch Surg* 18:1737 (1929)
- 38) DAVIDSON, R.J.: Peritoneal bypass in the treatment of hydrocephalus: historical review and abdominal complications. *J Neurol Neurosurg Psych* 39:640 (1976)
- 39) DAVIS, L.: Neurological surgery. Lea & Febiger, S. 429, Philadelphia
- 40) DE FOE, D., FOLTZ, E., LEDERHAUS, S.: Hydrocephalus: possible role of an internal cerebrospinal fluid fistula in therapy. *Surg Neurol* 6:271 (1976)
- 41) DEMME, H.: Der Liquor. *Fortschr Neur* 24:113 (1956)
- 42) DODGE, H.W., REMINE, W.H., LEAVENS, M.D.: The treatment of hydrocephalus by spinal subarachnoid-omental bursa shunt. *Minn Med* 40:227 (1957)
- 43) DUFF, T.A., ROSENTHAL, J., JANE, J.A.: Evaluation and revision of ventriculo-gastric shunts by gastrostomy. *Neurochirurgia (Stuttgart)* 20:28 (1977)
- 44) EHNI, G.: Torkildsen's ventriculocisternostomy: some complications and their prevention. *Clin Neurol Neurosurg* 79:119 (1976)
- 45) EHNI, G.: Lumbar subarachnoid-peritoneal and -ureteral shunts. A simple method of implantation of the spinal end of the catheter. Presented at the meeting of the Neurosurgical Society of America, London, 1953.
- 46) EISENBREY, A.B.: The zig-zag tube in the treatment of hydrocephalus. *Surg Neurol* 3:21 (1975)
- 47) EL SHAFEI, I.L.: Ventriculo-venous shunt to the proximal segment of an occluded neck vein. A new method for the shunting of cerebrospinal fluid to the venous circulation. *Surg Neurol* 3:237 (1975)

- 48) ELVIDGE, A.R.: Treatment of obstructive lesions of the aqueduct of Sylvius and the fourth ventricle by inter-ventriculostomy.
J Neurosurg 24:11 (1966)
- 49) ENDERLEIN, E.: Zur Behandlung des Hydrocephalus.
Beitr Klin Chir 76:889 (1911)
- 50) EPSTEIN, M.: Hydrocephalus. in: Progr in Ped Surg
- 51) ERASISTRATUS: In medicorum graecorum opera quae exstant.
ed. by D.C.G. KÜHN, Leipzig: C. CNOBLOCHUS, 26 Bd.5;
914 pp (1823). Zitiert von WALKER, A.E.
- 52) FABRICIUS HILDANUS, G.: Observationum et curationum medico-chirurgicarum. Opera quae exstant omnia. Francofurti Moenum, J. Beueri, 112, 1044 pp, 104 (1646).
- 53) FAIVRE: Recherches sur la structure du conarium et des plexus chorioides chez l'homme et les animaux.
Compt Rend Acad Sci 39:424 (1854)
- 54) FERGUSON, A.H.: Intraperitoneal diversion of the cerebrospinal fluid in cases of hydrocephalus. New York Med J I 67:902 (1898).
- 55) FINCHER, E.F., STREWLER, G.J., SWANSON, H.S.: The Torkildsen procedure. A report of 19 cases. J Neurosurg 5:213 (1948).
- 56) FOLTZ, E.L., SHURTLEFF, D.B.: Conversion of communicating hydrocephalus to stenosis or occlusion of the aqueduct during ventricular shunt. J Neurosurg 24:520 (1966)
- 57) FORJAZ, S., MARTINELLI, N., LATUF, N.: Hypothalamic ventriculostomy with catheter. J Neurosurg 29:655 (1968)
- 58) FORREST, D.M., LAURENCE, K.M., MACNAB, G.H.: Ventriculosubdural drainage in infantile hydrocephalus. Selection of patients by subdural dye excretion test. Lancet II:827 (1957)
- 59) FORREST, D.M., LAURENCE, K.M., MACNAB, G.H.: Ventriculosubdural drainage in infantile hydrocephalus. Analysis of early results. Lancet II:1274 (1957).
- 60) FRASER, J., DOTT, N.M.: Hydrocephalus. Trans Med Chir Soc Edinburgh 102:1 (1922-23).
- 61) FRAZIER, C.H.: Types of hydrocephalus, their differentiation and treatment. Am J Dis Child 11:95 (1916).
- 62) GÄRTNER: Discussionsbemerkung. 67. Naturforscherversammlung (1895), II. Teil, 2. Hälfte, S. 146 (Lübeck).
- 63) GALEN (131-201 ac): Oeuvres anatomiques, physiologiques et médicales de Galien. J.B. Baillière, 2 Bd. 1:XVI+706 pp 2:786 pp
C. Daremberg, Paris; zitiert von WALKER, A.E.

- 64) GEORGE, R., LEIBROCK, L., EPSTEIN, M.: Long-term analysis of cerebrospinal fluid shunt infections. *J Neurosurg* 51:804 (1979).
- 65) GERLACH, J., JENSEN, H.-P., KOOS, W., KRAUS, H.: Frühkindlicher Hydrocephalus; in: *Pädiatrische Neurochirurgie*, Thieme, Stuttgart, 1967, S. 296-339.
- 66) GIRDLESTONE, T., COSTERTON, C.: On the benefit arising from pressure applied to the head in certain cases of hydrocephalus *M & Physiol J* 47:183 (1822)
- 67) GRAF, D.J., HAMBY, W.B.: A modification of Torkildsen's ventriculostomy. *J Neurosurg* 14:470 (1957).
- 68) GRANTHAM, J.: A case of hydrocephalus externus treated with repeated puncturing and the seton. *M. Times & Gaz.* 9:110 (1854).
- 69) GREATWOOD, H.: Hydrocephalus cured by puncture. *Lancet* II:238 (1829)
- 70) GUIOT, G., DEROME, P., HERTZOG, E., BOMBERGER, C., AKERMAN, M.: Ventriculocisternostomie sous contrôle radioscopique pour hydrocéphalie obstructive. *Presse Med* 76/40: 1823 (1968)
- 71) GULEKE, N.: Über die Entstehung des Hydrocephalus internus. *Arch Klin Chir* 162:533 (1930).
- 72) GUPTA, S.M.: New surgical treatment for idiopathic hydrocephalus. *Indian J Med Sci* 4:85 (1950).
- 73) HALLER, A.: *Elementa physiologiae corporis humani*. F. Grasset, 4:XI+596 ff., Lausanne, 1762, zitiert von DANDY, W.E.
- 74) HAKIM, S., JIMENEZ, A., ROSAS, F.: Drainage of cerebrospinal fluid into the spinal epidural space. *Acta Neurochir (Wien)* 4:224 (1955)
- 75) HAKIM, S.: Hidrocefalia en el adulto compresión "normal" del L.C.R. Publ. of the Hospital Militar, Bogota, Colombia, 1953.
- 76) HAKIM, S.: Some observations on CSF-pressure. Hydrocephalic syndrome in adults with "normal" CSF-pressure (recognition of a new syndrome). Thesis No 957, Javeriana University, School of Medicine, Bogota, Colombia, 1964.
- 77) HAKIM, S., ADAMS, R.D.: The special clinical problem of symptomatic hydrocephalus. *J Neuro Sci* 2:307 (1965).
- 78) HARSH, G. R.: Peritoneal shunt for hydrocephalus utilizing the fimbria of the Fallopian tube for entrance to the peritoneal cavity. *J Neurosurg* 11:284 (1954).
- 79) HASSIN, G.B.: Hydrocephalus. Studies on the pathology and pathogenesis, with remarks on the cerebrospinal fluid. *Arch Neur Psychiat* 24:1164 (1930).

- 80) HAYDEN, T.: Hydrocephalus in which paracentesis was repeatedly performed and a solution of iodine injected.
Dublin Hosp Gaz 3:168 (1856).
- 81) HAYNES, J.S.: Congenital internal hydrocephalus. Its treatment by drainage of the cisterna magna into the cranial sinuses.
Ann Surg 57:449 (1913).
- 82) HAYNES, J.S.: Further experiences in the treatment of hydrocephalus by cisterna-sinus drainage (author's operation)
New York State J Med 16:174 (1916).
- 83) HEILE; B.: Zur chirurgischen Behandlung der Spina bifida mit Hydrocephalus. Berlin Klin Wschr 47:2298 (1910).
- 84) HEILE; B.: Zur Behandlung des Hydrocephalus. Dtsch Med Wschr 34:1468 (1908)
- 85) HEILE; B.: Zur chirurgischen Behandlung des Hydrocephalus internus durch Ableitung der Cerebrospinalflüssigkeit nach der Bauchhöhle und nach der Pleurakuppe. Arch Klin Chir 105:501 (1914).
- 86) HEILE, B.: Über neue operative Wege zur Druckentlastung bei angeborenem Hydrocephalus (Ureter-Dura-Anastomose).
ZentrBl Chir 52:2229 (1925).
- 87) HEILE; B.: Zur Behandlung des Hydrocephalus mit Ureter-Dura-Anastomose. ZentrBl Chir 54:1859 (1927).
- 88) HELLER, J.: Ein Fall von chronischem Hydrocephalus bei hereditärer Syphilis. Dtsch Med Wschr (1892), S. 608.
- 89) HELLER, J.: Weitere Mitteilungen über einen Fall von chronischem Hydrocephalus bei hereditärer Syphilis. Dtsch Med Wschr (1898), S. 74
- 90) HEMMER; R.: Der Hydrocephalus III Therapie des Hydrocephalus.
ZentrBl Neurochir 12:108 (1952).
- 91) HEMMER, R.: Erfahrungen mit der modernen operativen Hydrocephalusbehandlung. Enke, Stuttgart, 1964, S. 64.
- 92) HERLIN, L.: Ventriculocisternostomy according to Torkildsen. A report of twenty-two cases. J Neurosurg 7:403 (1950).
- 93) HEROPHILUS: In medicorum graecorum opera quae exstant.
Ed. by D.C.G. Kühn, Leipzig, C. Knoblochius 26 Bd. 3:939 ff. (1822).
Zitiert von WALKER, A.E.
- 94) HILDEBRAND, O.: Eine neue Operationsmethode zur Behandlung der durch Turmschädel bedingten Sehnervenatrophie.
Arch Klin Chir 124:199 (1923)

- 95) HIPPOCRATES (460-377 vC): Oeuvres complètes d'Hippocrate. Übersetzt von E. LITTRE, Paris, 1953. J.B.Baillière et fils, 10 Bd. 8: XL+676, zitiert von WALKER, A.E.
- 96) HOFFMAN; H.J., HENDRICK, E.B., HUMPHREYS, R.P.: Metastasis via ventriculoperitoneal shunt in patients with hydrocephalus. J Neurosurg 44:562 (1976).
- 97) HOFFMAN, H.J., HARWOOD-NASH, D., GILDAY, D.L.: Percutaneous third ventriculostomy in the management of noncommunicating hydrocephalus. Neurosurgery (im Druck).
- 98) HOOPER; R.: A lengthening procedure for ventriculoatrial shunts. J Neurosurg 30:93 (1969).
- 99) HYNDMAN, O.R.: Hydrocephalus. A contribution related to treatment. J Neurosurg 3:426 (1946).
- 100) IGNEZI, R.J., KIRSCH, W.M.: Follow-up analysis of ventriculo-peritoneal and ventriculoatrial shunts for hydrocephalus. J Neurosurg 42:679 (1975).
- 101) ILLINGWORTH, C.R.: Tapping the ventricles. Br Med J 1:755 (1891)
- 102) IMMERWOL: Beitrag zur Heilung des Hydrocephalus. Arch Kinderheilk 32:329 (1901).
- 103) INGRAHAM, F.D.; CAMPBELL, J.B.: An apparatus for closed drainage of the ventricular system. Ann Surg 114:1096 (1941).
- 104) INGRAHAM, F.D., MATSON, D.D., ALEXANDER, E. Jr., WOODS, R.P.: Studies in the treatment of experimental hydrocephalus. J Neuropath Exp Neurol 7:123 (1948).
- 105) INGRAHAM, F.D., SEARS, R.A., WOODS, R.P., BAILEY, O.T.: Further studies on the treatment of experimental hydrocephalus. Attempts to drain the cerebrospinal fluid into the pleural cavity and the thoracic duct. J Neurosurg 6:207 (1949).
- 106) JACKSON, J.J.: A review of the surgical treatment of internal hydrocephalus. J Pediatrics 38:1 (1951).
- 107) JACKSON, J.J., SNODGRASS, S.R.: Peritoneal shunts in the treatment of hydrocephalus and increased intracranial pressure. A 4-year survey of 62 patients. J Neurosurg 12:216 (1955).
- 108) JACKSON, J.J., THOMPSON, R.K.: Pediatric neurosurgery. Thomas, S. 143-165, Springfield/Ill., 1959.
- 109) JAKES, S., SHELLEN, Ch., PUDENZ, R.H., FORT, J.: Microsurgical cannulation of the thoracic duct in cats. J Immun Meth 21:383 (1978).
- 110) KAHN, E.A., LUKOS, J.T.: Hydrocephalus from overproduction of cerebrospinal fluid (and experiences with other papillomas of the choroid plexus). J Neurosurg 9:59 (1952).

- 111) KATZMAN, R., PAPPUS, H.M.: Brain electrolytes and fluid metabolism. Williams & Wilkins, S. 14-32, Baltimore, 1973.
- 112) KAUSCH, W.: Die Behandlung des Hydrocephalus der kleinen Kinder. Arch Klin Chir 87:709 (1908)
- 113) KEEN, W.W.: Exploratory trephining and puncture of the brain almost to the lateral ventricle, for intracranial pressure supposed to be due to an abscess in the temporosphenoidal lobe. Temporary improvement; death on the fifth day; autopsy; meningitis with effusion into the ventricles, with a description of a proposed operation to tap and drain the ventricles as a definite surgical procedure. Med News 53:603 (1888).
- 114) KEEN, W.W.: Tapping the ventricles. Br Med J 1:486 (1891).
- 115) KEEN, W.W.: Surgery of the lateral ventricles of the brain. Congr. III Chir, Berlin, 1891.
- 116) KEMPE, L.G., BLAYLOCK, R.: Ventriculolymphatic shunt. J Neurosurg 47:86 (1977)
- 117) KEUCHER, T.R., MEALEY, J. Jr.: Long-term results after ventriculoatrial and ventriculoperitoneal shunting for infantile hydrocephalus. J Neurosurg 50:179 (1979).
- 118) KEY, E.A.H., RETZIUS, M.G.: Studier i nervsystemets anatomi. Norstedt & Soneo, 68 ff, Stockholm, 1872.
- 119) KLEIN, M.R.: L'hydrocephalie du nourrisson. Etude clinique et traitement. Marson & CO, Paris, 1957.
- 120) KLUZER, G., GEUNA, E.: Considerazioni sul trattamento palliativo dell'idrocefalo da occlusione tumorale del terzo ventricolo. Indicazioni della ventriculocisternostomia diretta transcallosa posteriore. Min Chir 10:681 (1955), zitiert nach PUDENZ, R.H.
- 121) KRAUSE, F., HEYMAN, E.: Textbook of surgical operations. Illustrated by clinical observations for physicians and students. Übersetzt und herausgegeben von A. EHRENFRIED, Rebmann & Co, 3 Bd. 2:XXIV+715 ff., New York, 1917.
- 122) KUETTNER, H.: Hydrocephalus congenitus, II. Abschn. Chirurgie des Gehirns. in: Handbuch der prakt. Chirurgie. Enke, Stuttgart, 1921.
- 123) KUWANA, N., KUWABARA, T., HOSODA, H.: A new technique for lumbar subarachnoid peritoneal shunting for communicating hydrocephalus. Yokohama Med Bull 28:3 (1977).
- 124) LAEWEN, A.: Über Operationen an den Plexus chorioidei der Seitenventrikel und über offene Fensterung des Balkens bei Hydrocephalus internus. Beitr Klin Chir 125:1 (1922).
- 125) LAMESCH, A.J.: Ventriculogastrostomy by means of a gastric tube for the treatment of hydrocephalus: a preliminary report. J Ped Surg 7:55 (1972)

- 126) LAURENCE, K.M.: The natural history of hydrocephalus. *Lancet* II:1152 (1958).
- 127) LAURENCE, K.M., COATES, S.: The natural history of hydrocephalus: detailed analysis of 182 unoperated cases. *Arch Dis Child* 37:345 (1962).
- 128) LAURENCE, K.M., COATES, S.: Further thoughts on the natural history of hydrocephalus. *Dev Med Child Neurol* 4:263 (1962)
- 129) LAZORTHES, G.: La ventriculocisternostomie transcalleuse (technique nouvelle pour hydrocephalie obstructive). *Presse Med* 61:1210 (1953)
- 130) LEKSELL, L.: A surgical procedure for atresia of the aqueduct of Sylvius. *Acta Psychiatr Neurol Scand* 24:559 (1949).
- 131) LITTLE, J.R., RHOTON, A.L.Jr., MELLINGER, J.F.: Comparison of ventriculoperitoneal and ventriculoatrial shunts for hydrocephalus in children. *Mayo Clin Proc* 47:396 (1972)
- 132) LORBER, J.: Medical and surgical aspects in the treatment of congenital hydrocephalus. *Neuropädiatrie* 2:239 (1971).
- 133) LUSCHKA, H. von: Die Struktur der serösen Häute des Menschen. Laupp & Siebeck, VI+98 pp, Tübingen, 1851.
- 134) LUSCHKA, H. von: Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. G. Reimer, Berlin, 1855.
- 135) MAC CARTHY, C.S., PRATT, J.H., EWERT, J.C.: Congenital communicating hydrocephalus: treatment by subarachnoid-fallopian tube peritoneal shunt for a patient with unusually high intelligence. *Proc Staff Meet Mayo Clin* 32:23 (1957).
- 136) MC CLURE, R.D.: Hydrocephalus treated by drainage into a vein of the neck. *Johns Hopkins Hosp Bull* 20:110 (1909).
- 137) MC CULLOUGH, D.C., FOX, J.L.: Negative intracranial pressure hydrocephalus in adults with shunts and its relationship to the production of subdural hematoma. *J Neurosurg* 40:372 (1974).
- 138) MAGENDIE, F.: (1783-1855) Recherches philosophiques et cliniques sur le liquide cephalorachidien ou cérébro-spinal. Méquignon, 40 ff, Paris, 1842.
- 139) MAGENDIE, F.: Memoire sur le liquide qui se trouve dans le crâne et l'épine de l'homme et des animaux vertebraux. *J Physiol Exp* 5:27 (1825)
- 140) MARIOTT, W.M.: The use of theobromin-sodio-salicylate (Diuretin) in the treatment of hydrocephalus. *Am J Dis Child* 28:479 (1924)
- 141) MATSON, D.D.: New operation for the treatment of communicating hydrocephalus: report of a case secondary to generalized meningitis. *J Neurosurg* 6:238 (1949).

- 142) MATSON, D.D.: Current treatment of infantile hydrocephalus. N Engl J Med 255:933 (1956).
- 143) MICULICZ, J.: Beitrag zur Pathologie und Therapie des Hydrocephalus. Mitt Grenzgeb Med Chir 1:264 (1896).
- 144) MILHORAT, Th. H.: Structures and function of the choroid plexus and other sites of cerebrospinal fluid formation. in: BOURNE, G.H., DANIELLI, J.F.: International review of cytology. Bd. 47, Academic Press, S. 225-288, New York, 1976.
- 145) MIXTER, W.J.: Ventriculotomy and puncture of the floor of the third ventricle. Preliminary report of a case. Boston Med&Surg J 188:277 (1923).
- 146) MONRO, A.: (1733-1807) Observations of the structure and functions of the nervous system. Creech-Johnson, X+176 ff, Edinburgh, 1783.
- 147) MONRO, D.: An essay of the dropsy and its different species. Wilson & Durham, 170 ff, London, 1755.
- 148) MORGAGNI, G.B.: The seats and causes of diseases investigated by anatomy: in five books, containing a great variety of dissections, with remarks. Übersetzt von B. ALEXANDER, London, 1769. Miller & Cadell, Johnson & Payne, 3 Bd. 1:XXXII+868 ff.
- 149) MUNDINGER, F.: Die intraventrikuläre Injektion basischer Vitalfarbstoffe als neue Methode zur Behandlung des frühkindlichen Hydrocephalus hypersecretorius communicans. Arch Psychiat Nervenkr 200:462 (1960)
- 150) MURTAGH, F., LEHMAN, R.: Peritoneal shunts in the management of hydrocephalus. JAMA 202:1010 (1967).
- 151) NEUMANN, C.G., HOEN, T.L., DAVIS, D.A.: The adaption of ileo-eutectomy to the control of congenital communicating hydrocephalus. Plast Reconstr Surg 23:159 (1959).
- 152) NEUMANN, C.G., RICHMAN, H., ARIDIZONE, R.: Reconstructive surgery for hydrocephalus. Anastomosis of an isolated ileal segment to the lumbar subarachnoid space (modified ileo-eutectomy). Surg Clin North Am 39:491 (1959).
- 153) NEUMANN; H.: Ein Fall von geheiltem Wasserkopf. Dtsch Med Wschr (1901), S. 39
- 154) NEURATH: Die Lumbalpunktion. CentrBl Grenzgeb Med Chir (1898):457
- 155) NICOLL, J.H.: Case of hydrocephalus in which peritoneal-meningeal drainage has been carried out. Glasgow Med J 63:187 (1905)
- 156) NÖLKE: Beobachtungen zur Pathologie des Hirndruckes. Dtsch Med Wschr (1897):618.

- 157) NOSIK, W.A.: Ventriculomastoidostomy. Technique and observations. J Neurosurg 7:236 (1950).
- 158) NUGENT, G.R., LUCAS, R., JUDY, M., BLOOR, B.M., WARDEN, H.: Thromboembolic complications of ventriculo-atrial shunts. Angiocardiographic and pathologic correlations. J Neurosurg 24:34 (1966).
- 159) NULSEN, F.E., BECKER, D.P.: Control of hydrocephalus by valve-regulated shunt: infections and their prevention. Clin Neurosurg 14:256 (1967).
- 160) NULSEN, F.E., SPITZ, E.B.: Treatment of hydrocephalus by direct shunt from ventricle to jugular vein. Surg Forum 2:399 (1952).
- 161) OLDS, J.M.: Surgical drainage of hydrocephalus via the thoracic duct and subclavian vein. Can Med Ass J 86:696 (1962).
- 162) ORIBASIUS: Oeuvres d'Oribase. Übersetzt von BUSSEMAKER und DAREMBERG, Baillière et fils, 6 Bd., Paris, 1851-1876, zitiert von WALKER, A.E.
- 163) OVERTON, M.C., SNOODGRASS, S.R., DERRICK, J.R.: Direct atrial and vena caval shunting procedures for hydrocephalus. Surg Gynec Obstet 124:819 (1965).
- 164) PAMPUS, F.: Zur Technik der Ventrikeldrainage. Zbl Neurochir 13:219 (1953).
- 165) PARKIN, A.: The relief of intracranial pressure by the withdrawal of cerebrospinal fluid from the basal subarachnoid cavity. Lancet II:21 (1893).
- 166) PAUL VON AEGINA: The seven books of Paulus Aegineta. Übersetzt von F. ADAMS, London. Herausgegeben von Sydenham Society, 3 Bd., zitiert von WALKER, A.E.
- 167) PAYR, E.: Drainage der Hirnventrikel mittels frei transplan-
tierter Blutgefäße: Bemerkungen über Hydrocephalus.
Arch Klin Chir 87:801 (1908).
- 168) PAYR, E.: Über Ventrikeldrainage bei Hydrocephalus.
Verh Dtsch Ges Chir 40:515 (1911).
- 169) PAYR, E.: Elfjähriger Dauererfolg einer Ventrikeldrainage bei
Hydrocephalus. Med Klin 49:1247 (1919).
- 170) PAYR, E.: Drainage der Hirnventrikel mittels frei transplan-
tierter Blutgefäße. Ref CentrBl Chir 1908, No. 35.
- 171) PERRET, G.E., GRAF, C.J.: Subgaleal shunt for temporary
ventricle decompression and subdural drainage. J Neurosurg
47:590 (1977).
- 172) PICAZA, J.A.: The posterior-peritoneal shunt technique for the
treatment of internal hydrocephalus in infants.
J Neurosurg 13:289 (1956).

- 173) PILCZ, A.: Die Behandlung des Hydrocephalus.
CentrBl Grenzgeb Med Chir (1899):681.
- 174) POLLAY, M.: Review of spinal fluid physiology: production and absorption in relation to pressure. Clin Neurosurg 24:254 (1977).
- 175) PORTNOY, H.D., SCHULTE, R.R., FOX, J.L., CROISSANT, P., TRIPP, L.: Antisiphon and reversible occlusion valves for shunting in hydrocephalus and preventing post-shunt subdural hematomas. J Neurosurg 38:729 (1973).
- 176) PUDENZ, R.H.: The surgical treatment of hydrocephalus - an historical review. Surg Neurol 15:15 (1981).
- 177) PUDENZ, R.H.: The surgical treatment of infantile hydrocephalus. in: Disorders of the developing nervous system. Proceedings of the Houston Neurological Society., Thomas, S. 486-489, Springfield/Ill., 1961.
- 178) PUDENZ, R.H.: Experimental and clinical observations on the shunting of cerebrospinal fluid into the circulatory system. in: Congress of Neurological Surgeons; Williams & Wilkins, Clinical Neurosurgery, S. 98-115, Baltimore, 1958.
- 179) PUTNAM, T.J.: The surgical treatment of infantile hydrocephalus. Surg Gynec Obstet 76:171 (1943).
- 180) PUTNAM, T.J.: Results of the treatment of hydrocephalus by endoscopic coagulation of the choroid plexus. Arch Pediatr 52:676 (1935).
- 181) PUTNAM, T.J.: Treatment of hydrocephalus by endoscopic coagulation of the choroid plexus: description of a new instrument and preliminary report of results. N Engl J Med 210:1373 (1934).
- 182) QUIN, C.W.: A treatise on the dropsy of the brain, illustrated by a variety of cases to which are added observations of the use and effects of the digitalis purpurea in dropsies. J. Murray, 272 ff, London, 1790.
- 183) Quincke, H.: Die Lumbalpunktion des Hydrocephalus. Berlin Klin Wschr 28:929-933, 965-968 (1891).
- 184) RADIONOWA: Ein Fall von spontaner Heilung eines Hydrocephalus chronicus congenitus. Medicinsk Obosr 1891, No. 9; ref. Jahrb Kinderheilk 32:177 (1891).
- 185) RAIMONDI, A.J., MATSUMOTO, S.: A simplified technique for performing the ventriculoperitoneal shunt. Technical note. J Neurosurg 26:357 (1967).
- 186) VON RANKE: Jodinjektion in den Gehirnvventrikel bei einem 10 Monate alten, an vorgeschrittenem Hydrocephalus chron. intern. leidendem Kinde. Jahrb Kinderheilk 39:359 (1895).

- 187) RANSOHOFF, J., SHULMAN, K., FISHMAN, R.A.: Hydrocephalus. A review of etiology and treatment. J Pediatrics 56:399 (1960).
- 188) RANSOHOFF, J.: Ventriculo-pleural anastomosis in treatment of midline obstructive neoplasms. J Neurosurg 11:295 (1954).
- 189) RAPOPORT, S.J.: The blood-brain barrier in physiology and medicine. Raven Press, S. 43-86, New York, 1975.
- 190) REHN: Über einfache chronische Hydrocephalie im ersten Kindesalter. Verh Congr Inn Med 5:489 (1886)
- 191) RESNIKOFF, S.S.: External hydrocephalus caused by cysticercosis treated by subarachnoid-peritoneal anastomosis utilizing the fallopian tube. J Neurosurg 12:520 (1975).
- 192) RHAZES: Continens. Lugduni: J. de Ferrari 7 11, 284 ff (1511). zitiert von WALKER, A.E.
- 193) RICKETTS, B.M.: Surgery of hydrocephalus. A historic review. Am Med 7:983 (1904).
- 194) RICKHAM, P.P., PENN, J.A.: The place of the ventriculostomy reservoir in the treatment of myelomeningoceles and hydrocephalus. Dev Med Child Neurol 7:296 (1965)
- 195) RIECHERT, T., UMBACH, W.: Handbuch der Neurochirurgie, Bd. IV/1: Die operative Behandlung des Hydrocephalus. Springer, Berlin, 1960.
- 196) RIECHERT, T.: Die Behandlung des Hydrocephalus. Med Welt 1963: 771-776.
- 197) RILEY, C.: zitiert nach RANSOHOFF, J.
- 198) RUBENBAUER, H.: Zur atrio-ventrikulären Drainage des kindlichen Hydrocephalus mit dem Spitz-Holter-Ventil. Inaugural-Dissertation, München, 1969.
- 199) RUBIN, R.C., HENDERSON, E.S., OHMAYA, A.K., WALKER, M.D., RALL, D.P.: The production of cerebro-spinal fluid in man and its modification by acetazolamide. J Neurosurg 25:430 (1966).
- 200) RUSH, B.: Medical inquiries and observations. An inquiry into the causes and cure of the internal dropsy of the brain. Ed. 3rd Philadelphia, B. & T. KITE, M.C. HOPKINS, 4 Bd. 2:IV+453 ff (1809).
- 201) RUSSELLS, D.S.: Observations on the pathology of hydrocephalus. Medical Research Council Special Report Series No. 265, London: His Majesty's Stationery Office, VI+138 ff (1949).
- 202) SAYERS, M.P., KOSNIK, E.J.: Percutaneous third ventriculostomy: experience and technique. Child's Brain 2:24 (1976).

- 203) SCARFF, J.E.: Treatment of hydrocephalus: an historical and critical review of methods and results.
J Neurol Neurosurg Psychiat 26:1 (1963).
- 204) SCARFF, J.E.: The treatment of nonobstructive (communicating) hydrocephalus by endoscopic cauterization of the choroid plexus.
J Neurosurg 33:1 (1970).
- 205) SCARFF, J.E.: Endoscopic treatment of hydrocephalus; description of ventriculoscope and preliminary report of cases.
Arch Neurol Psychiat 35:853 (1936).
- 206) SCHALTENBRAND, G., PUTNAM, T.: Untersuchungen zum Kreislauf des Liquor cerebrospinalis mit Hilfe intravenöser Fluorescein-Einspritzungen. Dtsch Z Nervenheilk 96:123 (1927)
- 207) SCHULZE, H.E.: Die Behandlungsmöglichkeit des Hydrocephalus communis durch intervertebrale Schraubendrainage im Lumbalbereich. Chirurg 27:420 (1956).
- 208) SCOTT, M., WYCIS, H.T., MURTAGH, F., REYES, V.: Observations on ventricular and lumbar-subarachnoid peritoneal shunts in hydrocephalus in infants. J Neurosurg 12:165 (1955)
- 209) SELMAN, W.R., SPETZLER, R.F., WILSON, C.B., GROLLMUS, J.W.: Percutaneous lumboperitoneal shunt. Review of 130 cases. Neurosurgery 6:255 (1980).
- 210) SENN, N.: Subcutaneous drainage in the surgical treatment of hydrocephalus internus. Alienist & Neurol 24:317 (1903), ref. CentrBl Chir (1904):430.
- 211) SENN, N.: Internal hydrocephalus.
Intern Clinics (1903), 13th series, Bd. 1, S. 131
- 212) SGALITZER, M.: Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Röntgenstrahlenwirkung bei Hirntumoren. Strahlentherapie 22:701 (1926).
- 213) SIKKENS, T.B.: Traitement de l'hydrocéphalie du nourrisson par ventriculo-jugulo-stomie. Neurochirurgie 3:65 (1957).
- 214) SMITH, G.W., MORETZ, W.H., PRITCHARD, W.L.: Ventriculobiliary shunt. A new treatment for hydrocephalus. Surg Forum 9:701 (1959).
- 215) SMITH, J.A., LEE, R.E., MIDDLETON, R.G.: Ventriculoureteral shunt for hydrocephalus without nephrectomy. J Urol 123:224 (1980).
- 216) SPETZLER, R., WILSON, C.B., SCHULTE, R.: Simplified percutaneous lumbo-peritoneal shunting. Surg Neurol 7:25 (1977).
- 217) STILES, H.J.: Contribution to the morbid anatomy and pathogenesis of chronic internal hydrocephalus.
Tr Edinburgh Hosp Rep 4:517 (1896).

- 218) STOOKEY, B., SCARFF, J.E.: Occlusion of the aqueduct of Sylvius by neoplastic and non-neoplastic processes with a rational surgical treatment for relief of the resultant obstructive hydrocephalus. *Bull Neurol Inst New York* 5:348 (1936).
- 219) SUTHERLAND, G.A., CHEYNE, W.W.: The treatment of hydrocephalus by intracranial drainage. *Br Med J* 2:1155 (1898).
- 220) SUTHERLAND, G.A.: Case of chronic hydrocephalus treated by intracranial drainage. *Lancet* I:791 (1898).
- 221) SWEET, W.H., LOCKSLEY, H.B.: Formation, flow and resorption of cerebrospinal fluid in man. *Proc Soc Exp Biol Med* 84:397 (1953)
- 222) SWEET, W.H., LOCKSLEY, H.B., BROWNELL, G.L., SCHOLL, J.A., BOWSHER, D.R., BENDA, Ph., STICKLEY, E.E.: The formations, flow and absorptions of cerebrospinal fluid: newer concepts based on studies with isotopes. *Res Publ Ass Nerv Met Dis* 34:10 (1956).
- 223) TAYLOR, A.S.: Subdural aut drainage in internal hydrocephalus. *J Nerv Ment Dis* 36:422 (1909).
- 224) TAYLOR, A.S.: The treatment of chronic internal hydrocephalus by aut drainage. *Am J Med Sci* 2:255 (1904); ref. *CentrBl Chir* (1904):1208.
- 225) TORKILDSEN, A.: A new palliative operation in cases of inoperable occlusion on the Sylvian aqueduct. *Acta Chir Scand* 82:117 (1939)
- 226) UMBACH, W.: Zweckmäßige Verfahren für die Diagnose und Therapie des Hydrocephalus im Kindesalter. *Neurochirurgia* 2:1 (1959).
- 227) VALSALVA, A.M.: Joannis Baptistae Morgagni epistolarum anatomicarum duodeviginti ad scripta pertinentium celeberrimi viri Antonii Marie Valsalvae pars altera. Venice: F. Pitters, 319 ff (1741), zitiert von WALKER, A.E.
- 228) VERDUC: zitiert von DANDY
- 229) VESALIUS, A (1514-1564): *Opera omnia anatomica et chirurgica. Batavorum: J. du Vivie & J. and H. Verbeck, 2 Bd. 1:1611, 572 ff., 2:311, 577-1156 ff., 1725; zitiert von WALKER, A.E.*
- 230) VOTH, D., HENN, M.: Hydrocephalus im frühen Kindesalter. Kap. III-1: Historischer Überblick über die Behandlungsverfahren des Hydrocephalus internus im Kindesalter. Enke, Stuttgart, 1983.
- 231) WALKER, A.E.: A history of neurological surgery. Facsimile of 1951 edition (Williams & Wilkins, Baltimore, 1951); Hafner Publ S. 334-347, New York, 1967

- 232) WALLMAN, L.J., DONAGHY, P.: Experience with epiduroarachnoidostomy. *J Maine Med Ass* 49:177 (1958)
- 233) WEED, L.H.: The experimental production of internal hydrocephalus. *Carnegie Inst Contr Embryol* 9:425 (1920).
- 234) WEED, L.H.: The absorption of cerebrospinal fluid into the venous system. *Amer J Anat* 31:191 (1922/23).
- 235) WEED, L.H.: Studies on cerebrospinal fluid: III. the pathways of escape from the subarachnoid spaces with particular reference to the arachnoid villi. *J Med Res* 31:51 (1914).
- 236) WEED, L.H.: Certain anatomic and physiologic aspects of the cerebrospinal fluid and meninges. *Brain* 58:383 (1935).
- 237) WEINMAN, D., PAUL, A.T.S.: Ventriculoauriculostomy for infantile hydrocephalus using a direct cardiac approach. *J Neurosurg* 27:279 (1967)
- 238) WEISS, M.H., JANE, J.A., APUZZO, M.L.J., HEIDEN, J.S., KURZE, T.: Ventriculogastrostomy, an alternate means for CSF diversion: a preliminary study. *Bull Los Angeles Neurol Soc* 40:140 (1975).
- 239) WERNICKE, C.: *Lehrbuch der Gehirnkrankheiten für Ärzte und Studierende*. Fischer, 3 Bd. 3:253-572; Berlin, 1881.
- 240) WHYTT, R.: Observations on the most frequent species of the hydrocephalus internus. The dropsy of the ventricles of the brain. The Works of Robert Whytt, M.D., Edinburgh: J. Balfour, IX+762 ff (1768).
- 241) WONG, T., LEE, L.S., SHEN, A.L.Y., HUANG, C.J.: A research on ventriculosubarachnoid shunt. Presented at the fifth Asian Australian Congr. of Neurol. Surgery, Manila/Philipp., Nov. 1979.
- 242) WOOD, J.H.: Physiology, pharmacology and dynamics of cerebrospinal fluid.
- 243) WRIGHT, E.M.: Transport processes in the formation of cerebrospinal fluid. *Rev. Physiol Biochem Pharmacol* 83:1 (1978)
- 244) YAMADA, H., FUNAKOSHI, T., ANDO, T., SAKAI, N., SAKATA, K.: Clinical studies on prevention of overdrainage syndrome after ventriculoperitoneal shunt by use of an antisiphon ball valve. Presented at the 7th Scientific Meeting of the International Society for Paediatric Neurosurgery, Chicago, 1979.
- 245) YASARGIL, M.G., YONEKAWA, Y., DENTON, J., PIROTH, D., BENES, J.: Experimental intracranial transplantation of autogenic omentum majus. *J Neurosurg* 39:213 (1974).
- 246) YELIN, F.S., EHNI, G.: Percallosal sump ventriculostomy for shunt-dependent hydrocephalic patient with small ventricles. Case report. *J Neurosurg* 31:570 (1969).

- 247) YOKOHAMA, J., AOKI, H., TAKEBAYASHI, K., HIRAI, T.,
MATSUMOTO, T., FUKUSHIMA, T.: Ventriculolymphangiostomy.
A shunting operation for hydrocephalus to drain cerebrospinal
fluid into the thoracic duct.
Folia Psychiat Neurol Jap 13:305 (1959).
- 248) YONEKAWA, Y., YASARGIL, M.G.: Brain vascularization by trans-
planted omentum: a possible treatment of cerebral ischemia.
Neurosurgery 1:256 (1977).
- 249) ZIEMNOWICZ, S.: A new trail of operative treatment of hydro-
cephalus communicans progressivus. ZentrBl Neurochir 10:11
(1950).

ABBILDUNGEN

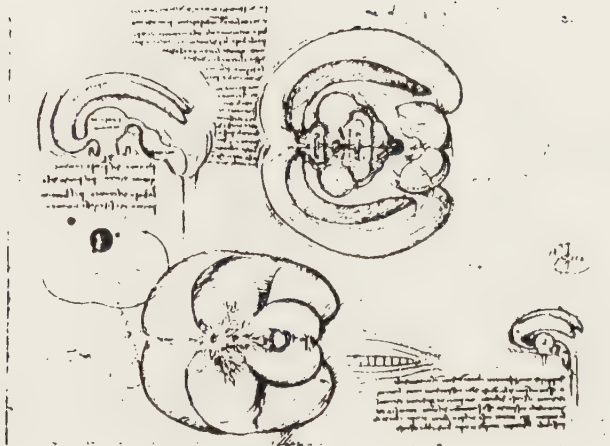


Abb. 1: (Seite 26) Darstellung der Gehirnventrikel von LEONARDO DA VINCI mit Hilfe eines Wachsausgusses
(Quaderni V, 7 r, um 1500 A.D.)

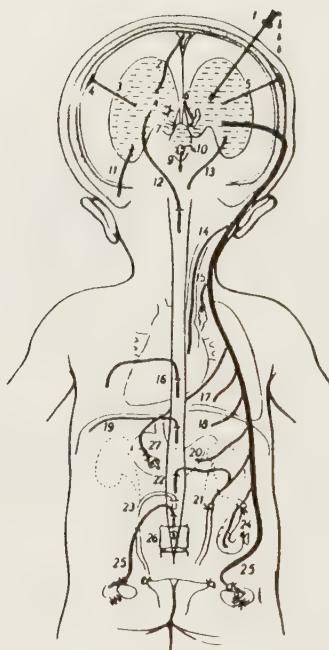


Abb. 2: (Seite 34) Verschiedene Operationsmethoden des Hydrocephalus.

in: Frühkindlicher Hydrocephalus

in: GERLACH, J., JENSEN, H.-P., KOOS, W., KRAUS, H.:

Pädiatrische Neurochirurgie, S. 323, Thieme, Stuttgart, 1967.

Erklärung Seite 70 a

- 1) Ventrikelpunktion (PAMPUS 1953)
- 2) Ventriculo-sinostomie mit transplantierten Blutgefäßen (PAYR 1908)
- 3) Ventriculo-Arachnoideostomie (PAYR 1908)
- 4) Ventriculo-Subdurostomie (FORREST, LAURENCE & MC NAB 1957)
- 5) Ventriculo-Subgaleostomie (PAYR 1908)
- 6) Genick- und Balkenstich (ANTON u. BRAMANN 1907) mit Dauer-drainage (LAZORTHES 1953)
- 7) Exstirpation oder Koagulation des Plexus chorioideus (DANDY 1918)
- 8) Laterale Ventriculostomie (HYNDMAN 1946)
- 9) Posteriore Ventriculostomie des 3. Ventrikels (DANDY 1922)
- 10) Anteriore Ventriculostomie des 3. Ventrikels (STOOKEY-SCARFF 1936)
- 11) Ventriculo-mastoideostomie (NOSIK 1950)
- 12) Ventriculo-cisternostomie (TORKILDSEN 1939)
- 13) Transtentorielle Ventriculo-cisternostomie (RIECHERT 1949)
- 14) Ventriculo-auriculostomie mit HOLTER- und PUDENZ-Ventilen (1958)
- 15) Ventriculo-lymphangiostomie (YOKOHAMA 1959)
- 16) Spino-pleurostomie
- 17) Ventriculo-pleurostomie (HEILE 1914)
- 18) Ventriculo-subdiaphragmatostomie (JACKSON 1951)
- 19) Lumbo-peritoneostomie (FERGUSON 1898)
- 20) Ventriculo-peritoneostomie (KAUSCH 1908)
- 21) Ventriculo-ureterostomie (MATSON 1953)
- 22) Lumbo-ureterostomie (MATSON 1953)
- 23) Duro-ureterostomie (HEILE 1925)
- 24) Ventriculo-ileostomie (NEUMANN 1959)
- 25) Lumbo (Ventriculo)-salpingostomie (HARSH 1954)
- 26) Transduraler Shunt zum Wirbelsäulenknorpelmark (ZIEMNOVICZ 1950)
- 27) Ventriculo-gastrostomie (ALTHER 1965)



Abb. 3: (Seite 37) Rechte Seite: Ventriculo-Sinostomie (Sinus sagittalis sup.); linke Seite: Ventriculo-Subarachnoideostomie; PAYR, E.: Drainage der Hirnventrikel mittels frei transplantierter Blutgefäße. Arch Klin Chir 87:819 (1908)

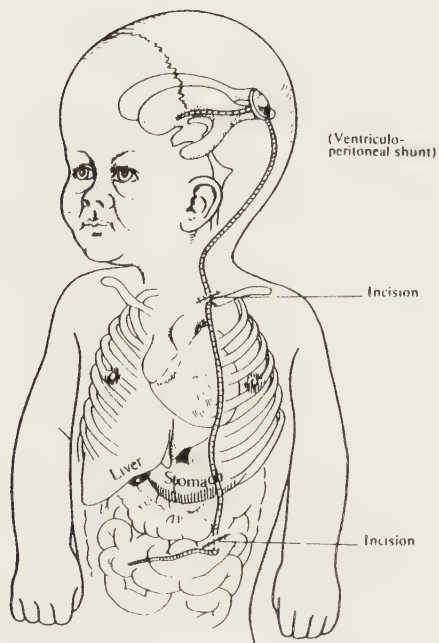


Abb. 4: (Seite 40) Ventriculo-peritonealer Shunt
in: STARK, G.D.: Control of hydrocephalus in spina bifida.
S. 93, Blackwell, Oxford-London, 1977

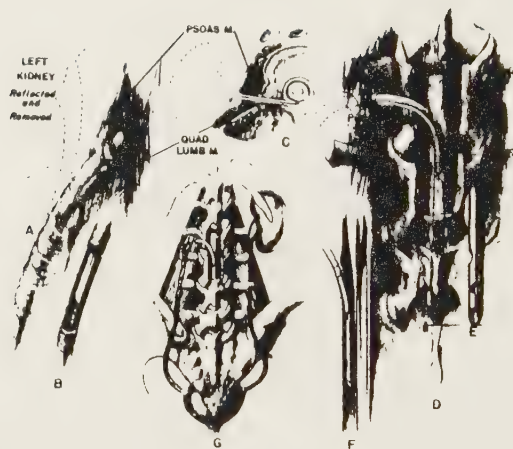


Abb. 5: (Seite 42) Arachnoideo-ureterostomie

in: Treatment of hydrocephalus

in: MATSON, D.D.: Neurosurgery in infancy and childhood,
S. 243, Charles C. Thomas, Springfield/Ill., U.S.A., 1969



Abb. 6: (Seite 43) Ventriculo-ureterostomie

in: Treatment of hydrocephalus

in: MATSON, D.D.: Neurosurgery in infancy and childhood.

S. 248, Charles C. Thomas, Springfield/Ill., U.S.A., 1969



Abb. 7: (Seite 45) Ventriculo-atrialer Shunt
in: Control of hydrocephalus.
in: STARK, G.D.: Spina bifida: problems and management.
S. 92, Blackwell, Oxford-London, 1977



Abb. 8: (Seite 45) PUDENZ-HEYER ventriculo-peritoneales Shuntsystem
mit HOLTER-Ventil und RICKHAM-Reservoir.
in: Control of hydrocephalus.
in: STARK, G.D.: Spina bifida: problems and management.
Blackwell, Oxford-London, 1977.



Abb. 9: (Seite 48) Ventriculo-cisternostomie nach TORKILDSEN.
in: Treatment of hydrocephalus.
in: MATSON, D.D.: Neurosurgery in infancy and childhood.
Charles C. Thomas, Springfield/Ill., U.S.A., 1969

LEBENS LAUF

Elfriede M r o z i k , geborene Ring, wurde am 11.11.1949 in München als erstes Kind des Schlossers Johann Ring und seiner Ehefrau Berta geboren. Am 28.06.1974 heiratete ich den Arzt Willy Erich Mrozik. Unser Sohn Mischa Gerrit kam am 01.04.1978 zur Welt.

1956	Eintritt in die Volksschule Ismaning
1960	Eintritt in das mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium für Mädchen St. Anna in München
1970	Abitur in München
WS 1970/71	Beginn des Studiums der Chemie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München
1973	Diplom-Vorprüfung
SS 1975	Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität in München
1980	Ärztliche Prüfung

Seit 01.01.1981 bin ich an der Kinderchirurgischen Klinik im Dr. von Haunerschen Kinderspital der Universität München beschäftigt.

